



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y
ENERGÍA



TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de Sostenibilidad de Gimnasio Mediante Energías Alternativas

Gym Sustainability Study Through Alternative Energies

GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

Autor: Adrián Díaz Ortiz
Director: Juan Carcedo Haya
Convocatoria: Septiembre 2019

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. SECTOR ENERGÉTICO	5
1.1.1 Tipos de energía	5
1.1.1.1 Energía Solar Fotovoltaica	5
1.1.1.2 Aerogeneradores	5
1.1.1.3 Uso de la Energía Cinética	6
1.1.1.4 Baldosas Piezoeléctricas.....	6
1.2 PRESENCIA DE ENERGÍAS RENOVABLES	7
1.2.1 A nivel Nacional	7
1.2.2 A Nivel Mundial	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Introducción	10
2.2 Objetivos Principales	10
2.3 Aspectos a tener en cuenta.....	11
3. ANTECEDENTES	13
3.1 INTRODUCCIÓN	13
3.2 ANTECEDENTES	13
3.3 CONCLUSIÓN	14
4. CARACTERIZACIÓN DEL RECINTO DEPOTIVO	16
4.1 INTRODUCCIÓN	16
4.2 LOCALIZACIÓN.....	16
4.2.1 Ubicación Geográfica	16
4.3 CLIMATOLOGÍA.....	17
4.3.1 Introducción.....	17
4.3.2 Climatología Local	17
5. INSTALACIÓN A ESTUDIO	22
5.1 PLANTAS Y USOS	22
5.1.1 Planta Baja(Calderas).....	22
5.1.2 Primera Planta (Piscina, vestuarios y recepción).....	22
5.1.3 Segunda (Zona cardio, musculación y actividades).....	23
5.2 MAQUINARIA DISPONIBLE	23
5.3 HORARIO DE USO	23
5.4 AFORO	24
6. DEMANDA ENERGÉTICA.....	26

6.1 DEMANDA TÉRMICA.....	26
6.1.1 Agua de Piscina	26
6.1.1.1 Perdidas en la Piscina	26
6.1.2 Climatización	27
6.1.3 Potencia Puesta en Marcha.....	28
6.2 DEMANDA ELÉCTRICA	29
6.2.1 Iluminación	29
6.2.1.1 Sala de calderas.....	29
6.2.1.2 Recepción	29
6.2.1.3 Vestuarios.....	30
6.2.1.4 Piscina.....	30
6.2.1.5 Sala de musculación, cardio y actividades	30
6.2.2 Calefacción y aire acondicionado	31
6.2.3 Maquinaria conectada a la Red	32
7. CARACTERIZACIÓN A ESTUDIO	35
7.1 SOLAR FOTOVOLTAICA.....	35
7.2 AEROGENERADOR	37
7.3 USO DE LA ENERGÍA CINÉTICA	39
7.4 BALDOSAS PIEZOELECTRICAS	43
8. BALANCE ENERGÉTICO DE LA INTALACIÓN	44
9. VIABILIDAD.....	51
9.1 IMPACTOS GENERADOS	51
9.1.1 Impacto Ambiental.....	51
9.1.2 Impacto Social	51
9.1.3 Impacto Visual.....	52
9.1.4 Conclusión	52
9.2 ESTUDIO ECONÓMICO	53
9.2.1 Introducción.....	53
9.2.2 Costes	53
9.2.3 Rentabilidad Energética	55
9.2.3 Rentabilidad Económica.....	56
10. CONCLUSIONES.....	58
11.BIBLIOGRAFÍA.....	59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SECTOR ENERGÉTICO

1.1.1. Tipos de Energía

1.1.1.1. *Solar Fotovoltaica*

1.1.1.2. *Aerogeneradores*

1.1.1.3. *Uso de la Energía Cinética*

1.1.1.4. *Baldosas Piezoeléctricas*

1.2. PRESENCIA DE ENERGÍAS RENOVABLES

1.2.1. Nivel Mundial

1.2.2. Nivel Nacional

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SECTOR ENERGÉTICO

Dentro del sector energético, entramos a valorar las posibles energías que se pueden aplicar dentro de la viabilidad del sostenimiento de un gimnasio con energías alternativas estudiando las ventajas que presentan cada una de las alternativas, teniendo como objetivo el conseguir el mayor porcentaje de autosuficiencia del gimnasio.

1.1.1 Tipos de energía

1.1.1.1 Energía Solar Fotovoltaica

Se basa en la producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente en los módulos fotovoltaicos. La energía que emite el sol, puede aprovecharse mediante una orientación, ubicación y diseño de edificios, y además también mediante el empleo de materiales y elementos adaptados a las características de la energía solar.

Los sistemas fotovoltaicos transforman la energía que irradia el sol en energía eléctrica gracias al empleo de materiales semiconductores. Estos sistemas consiguen que, al incidir el haz de luz sobre ellos, transmita su energía a los electrones del semiconductor generando de esta manera una corriente eléctrica.

Sus principales características son:

- Son libres pudiendo cualquiera obtener su uso como generador de energía
- Son limpios, el impacto ambiental de estos es mínimo
- Se pueden complementar a las tecnologías convencionales
- No consumen agua ni realizan ningún tipo de combustión
- Son renovables y ahorradores
- Proceso de instalación y mantenimiento simple con una elevada fiabilidad
- Una larga vida útil

1.1.1.2 Aerogeneradores [1]

Dispositivos que se basa en la conversión de la energía cinética del viento en energía eléctrica. teniendo en cuenta que la velocidad con la que giran las palas del aerogenerador oscila entre 13 y 20 rpm. En ellos la velocidad del rotor varía en función del viento de manera que se pueda alcanzar la mayor eficiencia posible.

Se estima que pueden llegar a tener una vida media de unos 25 años, incluso superándola, debido a la evolución del estudio de la tecnología del viento lo que proporciona mayor durabilidad. Hay que tener en cuenta los siguientes parámetros importantes dentro de un aerogenerador:

- Orientación automática, el aerogenerador se orienta para conseguir la mayor eficiencia aprovechando así la máxima velocidad del viento.
- Giro de las palas, siendo la velocidad optima unos 11 m/s, teniendo en cuenta que con vientos excesivos las palas se colocan en bandera para evitar posibles contratiempos.
- Multiplicación, el rotor gira un eje conectado a un multiplicador que aumenta la velocidad
- Generación, el multiplicador trasfiere su energía al generador acoplado, que produce electricidad.
- Evacuación, la energía generada llega a la base donde se envía hasta la subestación, donde eleva su tensión para introducirla en la red eléctrica.
- Monitorización, todas las funciones del aerogenerador están controladas y supervisadas desde la subestación, para resolver cualquier problema que pudiera ocurrir.

1.1.1.3 Uso de la Energía Cinética [3]

Podemos conocerla como el tipo de energía asociada a cuerpos en movimiento y que depende de la masa como la velocidad del cuerpo a estudio. Se podría decir que es el trabajo necesario para que un cuerpo pase de estar en reposo a tener el movimiento deseado. Teóricamente todo lo que tenga cierto movimiento genera una energía cinética, pero hay que saber si a esa energía la podemos sacar alguna utilidad.

Se la puede dar uso generando electricidad o calor. Como ejemplo podemos hablar de la energía eólica, la cual se basa en la energía cinética que se transforma en los aerogeneradores. Una vez que sabemos que dicha energía puede ser de utilidad tenemos que mirar cómo aprovecharla.

En gimnasios que es nuestro caso se puede utilizar mediante carga de baterías o conectando directamente a la red las máquinas a las que se les pueda sacar provecho su energía cinética, como son:

- Bicicleta Estática
- Bicicleta Elíptica
- Cinta de correr
- Máquinas de poleas

1.1.1.4 Baldosas Piezoeléctricas

Para introducir este método, primero hay que definir lo que se conoce por un material piezoeléctrico, que es un material que se basa en la producción de carga eléctrica mediante una aplicación de tensión mecánica sobre él, en nuestro caso pisado. Seguidamente hay que decir que estos materiales se basan en el efecto piezoeléctrico el cual convierte la energía mecánica aplicada sobre el objeto en energía eléctrica (Hermanos Curie 1880).

Para introducir esta metodología, me he basado en los proyectos que tiene la empresa PAVAGEN la cual es una empresa basada en la implementación de este tipo de baldosas en las nuevas industrias como innovación, llegando a poder producir entre 5-7 vatios por cada pisada, los cuales se envían y se almacenan en una batería para posteriormente darle su uso adecuado dentro del gimnasio. En principio se realiza el estudio colocando dichas baldosas en la zona de zumba, yoga y aerobio, pero cabría la posibilidad de implementarlas en la zona de recepción

1.2 PRESENCIA DE ENERGÍAS RENOVABLES

1.2.1 A nivel Nacional [7]

A nivel nacional, España tiene un nivel suficiente como para poder abastecer sobradamente la demanda eléctrica peninsular estimada para 2050, teniendo en cuenta que realmente un sistema eléctrico el cual se basa al 100% en energía renovable es técnicamente posible. Con este tipo de modelo energético, España podría ahorrar a groso modo alrededor de 200.000 millones de euros anuales.

Para poder llegar a estos parámetros de producción energética nos estamos encontrando con un serio problema, el cual se basa en el ritmo del cambio en el sistema, que está siendo demasiado lento o incluso contraproducente, como paso en el cambio de la nueva legislación en 2010 en función de energía fotovoltaica, gracias a la cual España dejó de ser líder mundial en dicha energía.

Además, cabe destacar que entre los años 2012 y 2016 en España no se instalaron prácticamente energías renovables en nuestro país, siendo este uno de los apartados importantes en cuanto al crecimiento de las energías renovables.

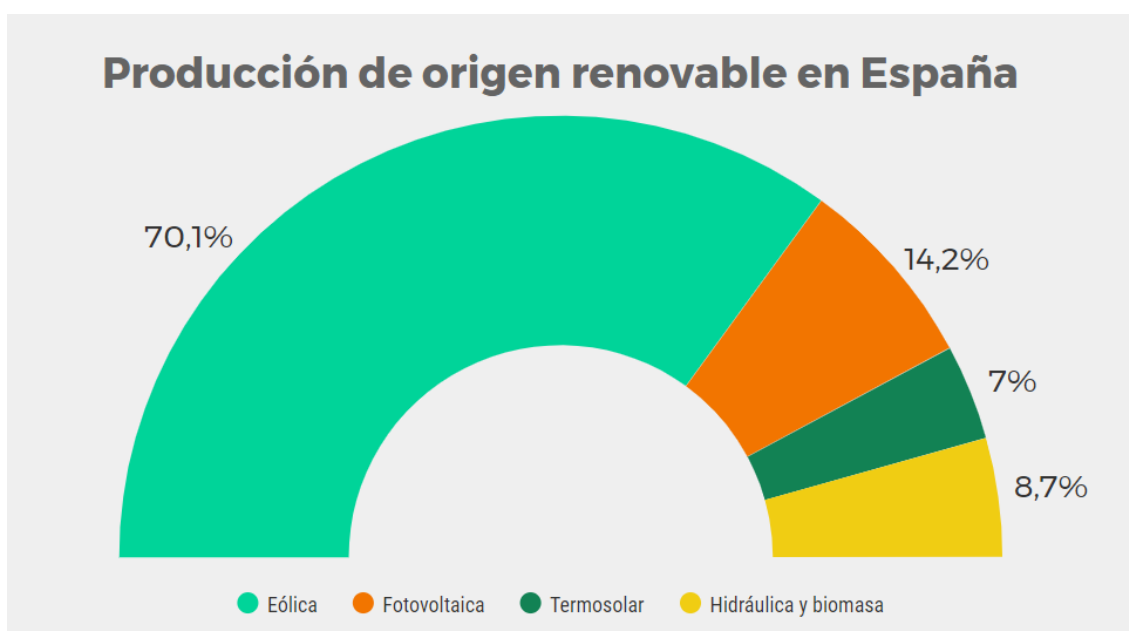


Figura 1 (Reparto Producción Energética en España) [7]

1.2.2 A Nivel Mundial [8]

El crecimiento de las energías renovables a nivel mundial es imparable tomando como referencia las estadísticas obtenidas en 2015 por la Agencia Internacional de la Energía, la cual estima que son cerca de la mitad de la nueva generación energética que estaba instalada en 2014 y en la cual el estudio prima que en 2040 la demanda energética mundial incrementara un 70%, lo que provocaría un aumento en el uso de estas energías hasta el 25% en el mismo periodo.

El gran crecimiento y desarrollo de este tipo de energías limpias es vital a la hora de luchar contra el cambio climático y limitar así su efecto. Para ello uno de los grandes objetivos de las Naciones Unidas es que en 2030 se logre llegar a un acceso universal a la electricidad.

Esto vendría respaldado por el Acuerdo de París, el cual fue aceptado en diciembre del 2015 en la capital francesa por la Cumbre Mundial del Clima y entrara en vigor en 2020, en el cual los países firmantes se comprometen a reducir las emisiones, provocando así una transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables.

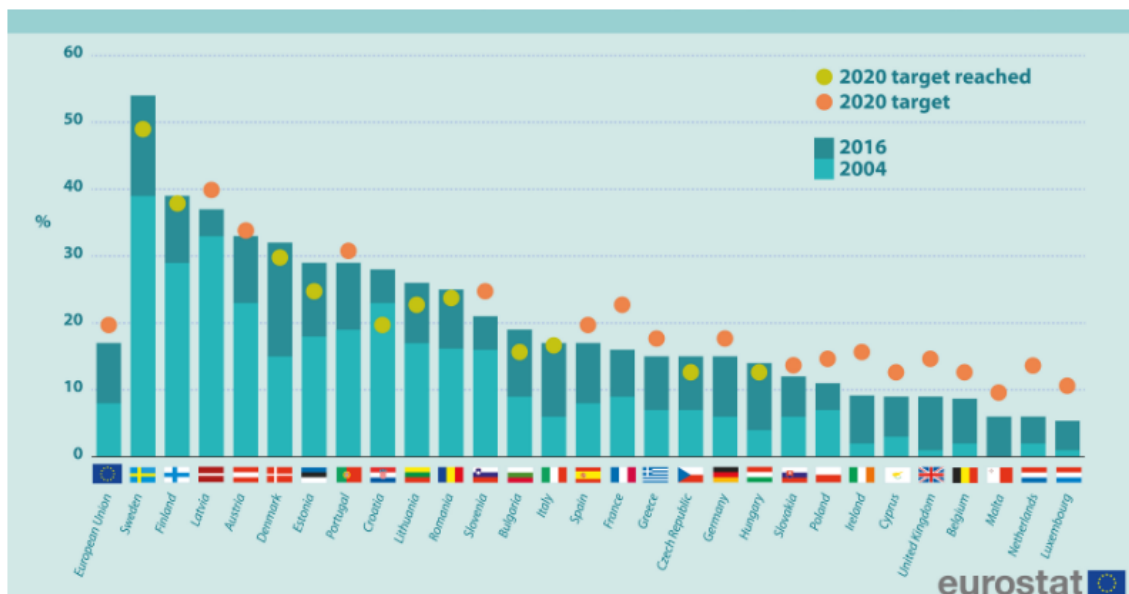


Figura 2(Energía Producida Mediante Energías Renovables, Nivel Mundial)[8]

2. OBJETIVOS

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. OBJETIVOS PRINCIPALES

2.3. ASPECTOS A TENER EN CUENTA

2. OBJETIVOS

2.1 Introducción

A la hora de entrar en los objetivos del estudio, tendremos que tener en cuenta tres factores muy importantes dentro de lo que conocemos como estudio de objetivos de un proyecto y son:

- Las cosas que hay que cambiar
- Para quien o que vamos a realizar la mejora
- La realización de dicha mejora o construcción

Siendo estas tres cosas vitales a la hora de establecer los objetivos de nuestro trabajo.

2.2 Objetivos Principales

Dentro de lo que nos relaciona con el estudio del gimnasio, podremos decir de forma general que nuestro objetivo principal es conseguir el mayor grado de autoabastecimiento del gimnasio, pero para ello tendremos que desglosar un poco este objetivo principal.

De manera que podemos distinguir:

- La introducción de energías alternativas y energías renovables dentro de lo que es el recinto deportivo, dando así una posible salida frente a la utilización de los combustibles fósiles. Dentro de este objetivo tendremos en cuenta la búsqueda de la mayor efectividad a la hora de la puesta en obra de estas, intentando conseguir el mayor ahorro y con la mayor eficacia posible de los elementos intervinientes.
- El segundo objetivo que yo incluiría dentro de los principales es la búsqueda de la mayor eficiencia energética dentro del recinto, haciendo así que el consumo y producción energética sea la mayor posible, lo que nos llevaría a hablar del siguiente objetivo, el Ahorro mensual.
- El tercer objetivo, comentado en el punto anterior, es El Ahorro mensual en forma de consumo, lo que quiere decir que el autoabastecimiento se está completando generando así un ahorro económico de manera mensual en forma monetaria, lo cual es la base de una buena instalación de las energías alternativas
- Por último, uno de los objetivos que yo incluiría dentro de las principales es la posibilidad de fomentar de manera mayoritaria entre la gente una competición interna en cuanto a producción energética dentro de los usuarios, lo que generaría beneficios para ambas partes. Por parte del gimnasio la afluencia de gente y la realización de ejercicio que conlleva una mayor producción y por lo tanto una mayor autosuficiencia, mientras que por parte del usuario optaría a ciertos premios mensuales en forma de premio por su producción energética.

2.3 Aspectos a tener en cuenta

Dentro de los objetivos que estableceremos tenemos que tener en cuenta una cierta cantidad de aspectos a tener en cuenta que pueden tener cierta importancia para poder alcanzar de esta manera los objetivos principales establecidos con anterioridad y son mayoritariamente:

- Los tipos de energía que se van a usar como energía alternativa a el suministro de la red y los cuales han sido definidos con anterioridad y los cuales serán explicados con mayor detenimiento en apartados posteriores.
- La demanda total que es necesaria cubrir mensualmente dentro del recinto, y la cual tendrá que tener en cuenta la potencia térmica que se producir en la piscina y de igual forma la potencia eléctrica que se genere con la iluminación de las distintas zonas, temas de calefacción y refrigeración, así como los aparatos que estén conectados a la red.
- Por último, pero no menos importante, una revisión continua de todos los mecanismos que entren dentro de la producción energética, viendo que no están sufriendo un deterioro a la hora de producir lo que supondría un pequeño problema debido a ciertas perdidas. Esta revisión continua es un apartado importante, ya que, el buen funcionamiento de las instalaciones es la base de la producción de energía y del abastecimiento interno del recinto.

3. ANTECEDENTES

3.1. INTRODUCCIÓN

3.2. ANTECEDENTES

3.3. CONCLUSIÓN

3. ANTECEDENTES

3.1 INTRODUCCIÓN

Como base de estudio y para afianzar la posibilidad de realizar las posibles mejoras o implementaciones dentro del gimnasio objetivo y su viabilidad, nos hemos basado en una serie de proyectos o estudios reales los cuales han sido realizados y mediante los cuales sirven para autoabastecer sus gimnasios o como ayuda para no depender en su gran mayoría de la red eléctrica para su funcionamiento.

3.2 ANTECEDENTES

Estudio de Generación para gimnasios colombianos [10]

El artículo presenta un modelo de generación de energía conjunta desde varias máquinas como alternativa a implementar en gimnasios. Se basa en el estudio de procesos de fuente primaria y la cuantificación de la cantidad de energía que producen bicicletas de spinning y elípticas en cierto tiempo. Se tomó dos gimnasios colombianos como referencia, tomando la energía cinética generada y la cantidad de energía que producen. Como resultado se obtienen las curvas de energía generada frente a la de energía consumida, realizando un análisis de factibilidad económica y técnica.

The Green Gym (Adam Boesel) [12]

Adam Boesel, entrenador personal es el que planteó esta idea al estar sensibilizado ecológicamente y con el medio ambiente, el cual supo aprovechar el esfuerzo físico que sus integrantes del gimnasio derrochaban. En 2010 inicia su proyecto de manera que abre sus tres primeros centros basados en este modelo de sostenibilidad, en Oregón, consiguiendo un porcentaje anual del 85% en cuanto a ahorro de energía en comparación con lo que sería el gimnasio convencional.

Esto le genera una media de 37000 kilovatios por hora simplemente a partir de los ejercicios realizados dentro de sus gimnasios como son ejercicios de tonificación a las que hay que sumar las rutinas de cardio establecidas por los socios del gimnasio. Viendo la rentabilidad que esto estaba produciendo, en octubre de 2010 decide abrir el primer Green Gym europeo, en Berlín

The Green Heart (Hull, Inglaterra) [9]

Proyecto iniciado por Matt Delaney, el cual inició debido a que se encontraba con mucha gente que quería hacer ejercicio físico pero que tenían el problema de no poder una mensualidad a un gimnasio para poder ir allí a realizar dicha actividad. Por este motivo el impulso en Inglaterra que la gente pudiera hacer ejercicio de manera gratuita mediante la construcción de gimnasios de calidad al aire libre, los cuales gracias a su empresa Great Outdoor Gym crearon un mensaje simple, "Encontramos una fuente de energía renovable: TU" con la cual hace referencia al mecanismo del gimnasio, mediante el cual aprovecha la quema de calorías de las personas para generar energía.

Asegura que este tipo de gimnasios produce entre 50 y 400 vatios por máquina y serie de ejercicios en función de la composición física del usuario, la cual acaba siendo incorporada a la red eléctrica local y que sirve para dar origen a la iluminación nocturna local.

Eco Gym (Rochester, Inglaterra) [11]

Se basa en el proyecto Imaginarium el cual no es solo un gimnasio, también incluye una galería de arte. Pero en torno a los que a nosotros nos importa, el gimnasio se basa en la ciencia que dice que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma, la cual se basa en la producción energética mediante máquinas dentro del gimnasio, las cuales producen electricidad para todo el edificio.

Este centro cuenta en concreto con 20 máquinas de cardio dentro de las cuales 16 son bicicletas de spinning, 2 son bicicletas reclinadas y otras 2 son elípticas. Todas ellas están conectadas a la red para que toda la energía generada sea utilizada. Para ello se usa un micro inversor que transformara la energía producida por el usuario en kilovatios, llegando a producir una suma total de 160 vatios por hora de uso.

Cabe decir que esta producción no es suficiente para autoabastecerse, por eso este gimnasio cuenta con una instalación de paneles fotovoltaicos además de dos aerogeneradores que sirven de apoyo para el autoabastecimiento.

3.3 CONCLUSIÓN

Una vez vistos los antecedentes descritos con anterioridad, llegamos a una conclusión firme de que es viable la implementación de este tipo de energías dentro de lo que se puede considerar como un gimnasio convencional. Esto servirá como una inversión a futuro, debido a que se conseguirá un gran ahorro anual en comparación con el gasto convencional que está teniendo el gimnasio. Cabe destacar que dentro de los antecedentes mostrados, en ninguno de ellos se hace el uso de las baldosas piezoeléctricas las cuales supondrían un apoyo dentro del autoabastecimiento del gimnasio, pudiendo incluso obviar alguno de los apoyos que se tienen en cuenta como puede ser los aerogenerador, para ello más adelante haremos un estudio con el cual enfrentaremos la curva de demanda con la curva de producción y veremos la rentabilidad con todas las energías estudiadas y si es posible obviar alguna de ellas o por el contrario aún deben conectarse a la red para poder completar la demanda total del recinto del gimnasio

4. CARACTERIZACIÓN DEL RECINTO DEPOTIVO

4.1. INTRODUCCIÓN

4.2. LOCALIZACIÓN

4.2.1. Ubicación Geográfica

4.3. CLIMATOLOGÍA

4.3.1. Introducción

4.3.2. Climatología Local

4. CARACTERIZACIÓN DEL RECINTO DEPOTIVO

4.1 INTRODUCCIÓN

A la hora de realizar el estudio del recinto deportivo, una de las labores a tener en cuenta es saber su situación y las características físicas que lo componen, debido a que serán datos importantes a la hora de la selección de las energías alternativas a escoger.

Hay que tener en cuenta en nuestro caso, su localización, su climatología y el consumo eléctrico total del recinto

4.2 LOCALIZACIÓN

La localización es una característica que demos estudiar ya que gracias a ella podremos adaptar el proyecto en función a las características geográficas en las que está situado el recinto, lugar de estudio.

4.2.1 Ubicación Geográfica

El recinto deportivo a estudio, está situado en el municipio de Los Corrales de Buelna, situado en la zona centro de Cantabria, incluyéndose dentro de la comarca del Besaya. Está situada a 12 kilómetros de la ciudad de Torrelavega y a 42 kilómetros de la capital de la comunidad autónoma, la cual es Cantabria, situada al norte de España. Los Corrales, limita con los municipios de San Felices de Buelna, Cartes, Mazcuerras, Anievas y Arenas de Iguña.

En el año 2018 Los Corrales contaba con una población de 10910 habitantes, repartidos entre sus municipios y cuenta con una extensión total de 45,38 kilómetros cuadrados. Puede considerarse como un importante núcleo en lo que la metalurgia se refiere, siendo importante para la economía local, las industrias metalúrgicas y química, así como la agricultura y la ganadería. Cabe destacar empresas como la Nissan, Trefilerías Quijano (Global Steel) o Chasis Break.

Coordenadas de Los Corrales de Buelna Latitud: 43.2631519 Longitud: -4.0844210



Figura 3(Localización Regional)



Figura 4(Localización Nacional)

4.3 CLIMATOLOGÍA

4.3.1 Introducción

Dentro de los apartados a estudiar en función de la situación geográfica en la que se encuentra el lugar a estudio, este es uno de los principales, ya que, en función de sus características, algunos tipos de energías serán más viables y productivos que otros.

Gracias a este tipo de estudio podemos conocer las lluvias, las horas de luz, la velocidad del viento etc. lo que nos sirve de gran ayuda a la hora de introducir las energías alternativas y la selección más rentable dentro de ellas.

4.3.2 Climatología Local [6]

Los Corrales de Buelna se caracteriza por tener un clima basado en que, los veranos son cortos, cómodos y de origen seco. Los inviernos tienen un periodo largo y son fríos y mojados además de contar con la presencia de fuertes vientos de manera que la presencia de las nubes en los cielos es común durante casi todo el año.

Su temperatura media diaria varía entre los 4 y 23 grados, siendo muy raro ver temperaturas por debajo de los -1 grados de igual forma que verse superado los 27.

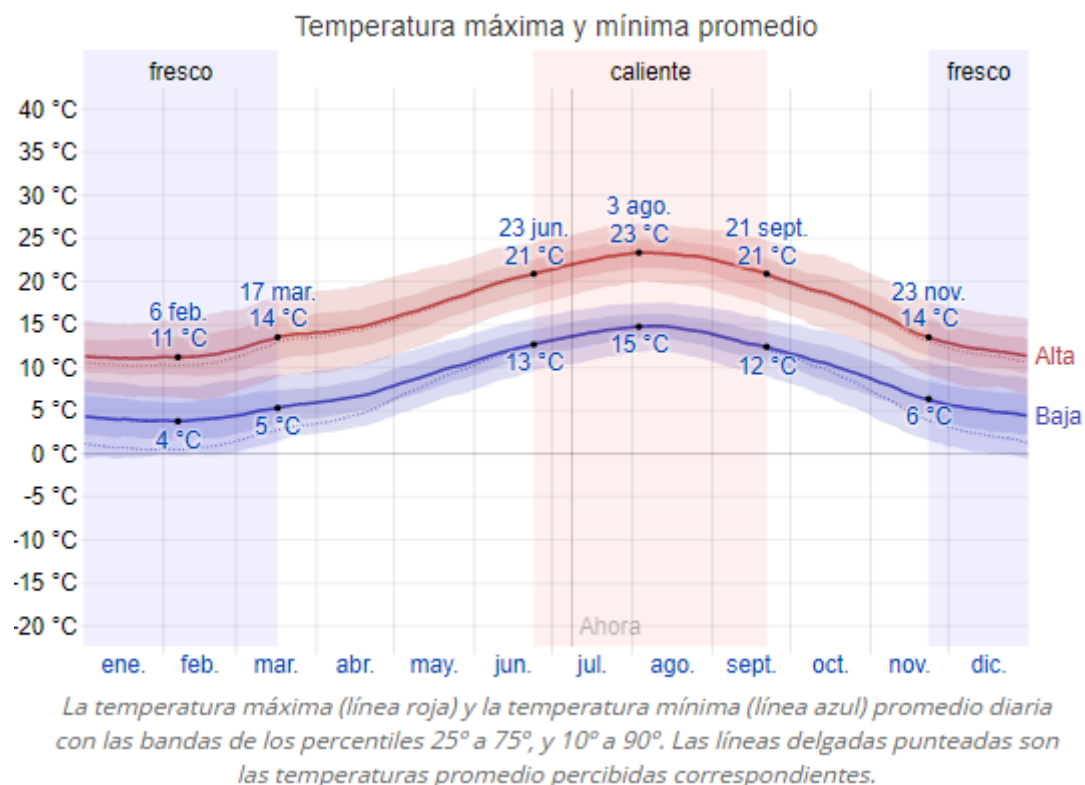


Figura 5(Temperatura máxima y mínima promedio)[6]

En cuanto al tema de precipitaciones, la probabilidad de días mojados en Los Corrales de Buelna sufre una gran variación a lo largo de año.

La temporada más húmeda dura unos 7'8 meses, con una probabilidad de más del 24% de que se sufra un día mojado. Entre los días mojados distinguimos aquellos que son solamente por lluvia o aquellos que son de nieve o la mezcla de ambas. Siendo el más común la categoría de solo lluvia, llegando a alcanzar la máxima de un 37%.

La temporada seca cuenta con un periodo de 4,2 meses.

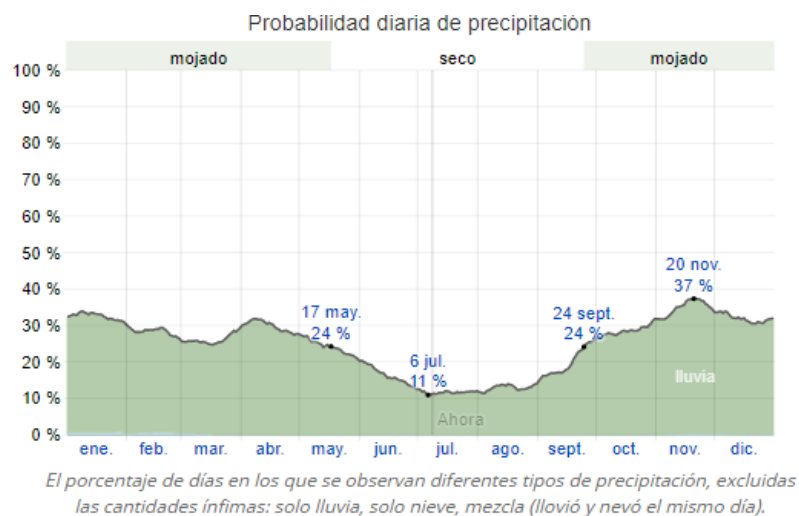


Figura 6(Probabilidad de Lluvia diaria)[6]

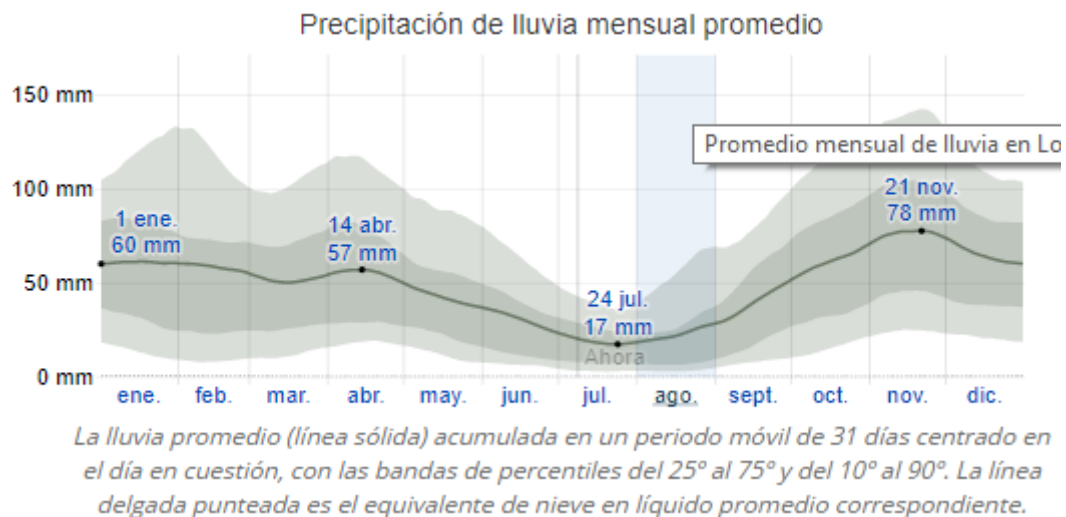


Figura 7(Precipitaciones mensuales)[6]

En cuanto al Sol, el municipio tiene una gran variación entre el día más largo y el más corto. El día más largo cuenta con 15 horas y 24 minutos de luz natural, mientras que el día más corto solo cuenta con 8 horas y 58 minutos de luz natural, lo que demuestra la variación en la duración de los días entre los periodos de verano e invierno.

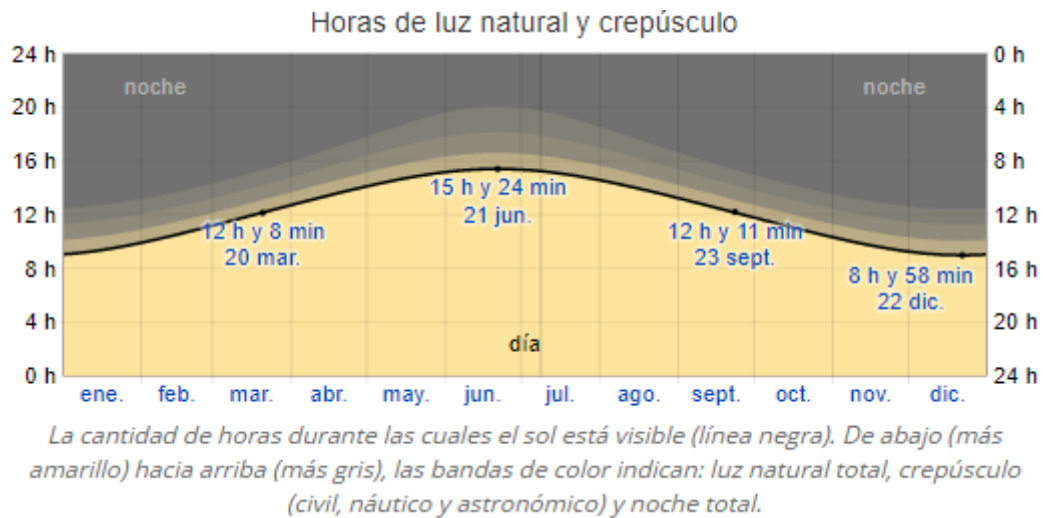


Figura 8(Horas de luz y crepúsculo)[6]

Por último, pero no menos importante dentro de la climatología local, hay que hablar del Viento, el cual depende mayoritariamente de la topografía local, así como la velocidad y dirección del viento sufrirán ciertas variaciones en función de ello.

Hay que distinguir dos épocas, la primera y que cuenta con mayor viento dura 6,6 meses y cuenta con unas velocidades de viento de más de 15,7 kilómetros por hora. Y la segunda época, la más calmada en cuanto a término de viento hablamos, que dura 5,4 meses y cuenta con una velocidad promedio de 12 kilómetros por hora.

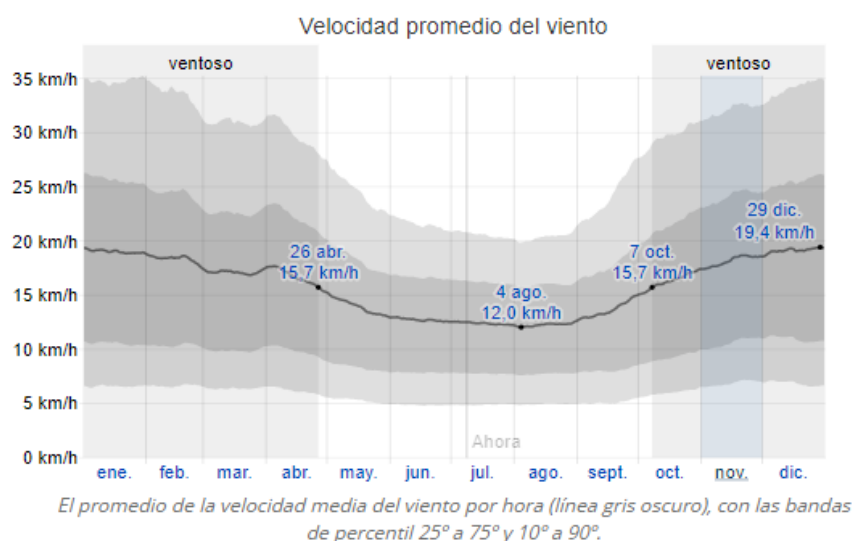
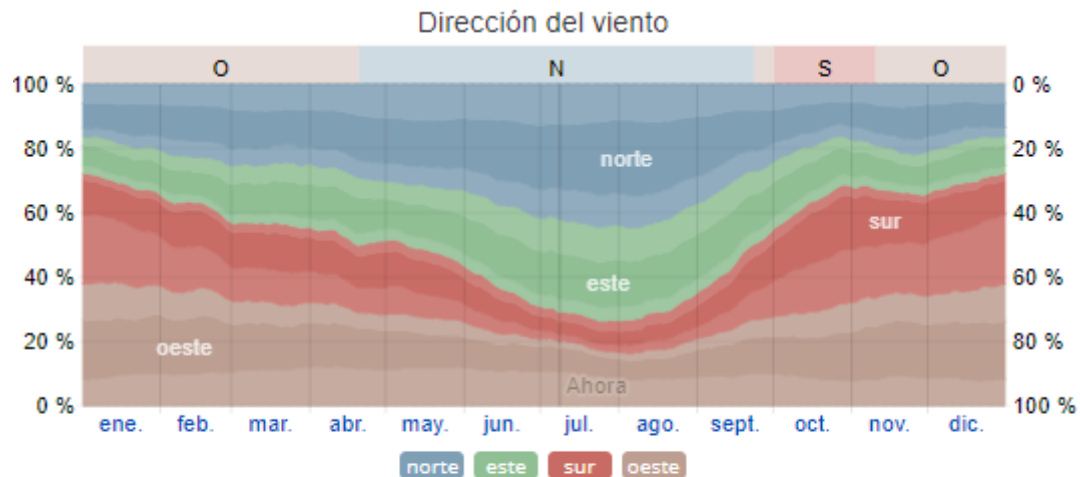


Figura 9(Velocidad del Viento Promedio)[6]

Dentro de lo que es las direcciones del viento, en Los Corrales de Buelna, predomina el viento del oeste con un periodo de 5,3 meses, el viento del norte es el otro predominante contando con un periodo de 5,1 meses, siendo el viento del sur el de menor periodo, contando solo con 1.3 meses.



El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Figura 10(Dirección del Viento)[6]

5. INSTALACIÓN A ESTUDIO

5.1. PLANTAS Y USOS

- 5.1.1. Planta Baja(Calderas)
- 5.1.2. Planta Primera (Piscina, vestuarios y recepción)
- 5.1.3. Planta Segunda (Zona cardio, musculación y actividades)

5.2. MAQUINARIA DISPONIBLE

5.3. HORARIO DE USO

5.4. AFORO

5. INSTALACIÓN A ESTUDIO

Para poder entrar en estudio dentro de lo que es el recinto que engloba nuestra instalación a estudio, primero debemos hacer una pequeña distinción de los elementos que la componen en su totalidad. Para ello vamos a hacer una pequeña dedición de estos elementos.

5.1 PLANTAS Y USOS

Uno de los apartados importantes es saber cómo está dividida la instalación, es decir, cuantas plantas tiene y los usos que se les da a cada una. Hay que tener en cuenta que en cada planta puede aparecer varias zonas separadas entre sí.

5.1.1 Planta Baja(Calderas)

Esta planta, la cual está situada por debajo del nivel del suelo está reservada para alojar en ella la zona de las calderas y de las bombas necesarias para mantener en estado óptimo a la instalación entera, pudiendo permitir así a los usuarios del gimnasio un estado de confort para la realización de las actividades necesarias. Esta planta tendrá un único acceso, siendo mediante unas escaleras las cuales solo el personal autorizado podrá entrar, para la realización del control rutinario de los elementos que se encuentren en ella y el posible mantenimiento de alguno de ellos si es necesario, así como su reparación. Esta planta cuenta con 180 metros cuadrados para alojar en ella todas las bombas y calderas tener espacio suficiente si es necesaria su reparación y cambio.

5.1.2 Primera Planta (Piscina, vestuarios y recepción)

En esta planta lo primero que hay que hacer es diferenciar todas las partes que las componen y para ello vamos a ir conociéndolas en función a como nos las encontramos según entramos a la instalación. Primero, esta planta cuenta con una zona de recepción de unos 200 m² repartidos en el check in de los usuarios donde estará la recepcionista y una zona de ocio con cafetera y máquina expendedora. Segundo, nos encontramos con los vestuarios, el masculino en caso de los hombres y el femenino en caso de las mujeres. Estos vestuarios cuentan con una simetría en cuanto a dimensiones y servicios a dar por lo que haciendo referencia a uno valdría. El vestuario cuenta con 80 m² dentro de los cuales encontramos 6 duchas, una zona de taquillas y bancos para cambiarse los usuarios y dos aseos. En tercer y último lugar, nos encontramos con la piscina, lugar al que puedes tener acceso tanto desde la recepción como desde los vestuarios, estas dos entradas estas de esta forma para facilitar el acceso a las monitoras y no tengan que pasar todo el vestuario cada vez que necesiten entrar o salir. Esta zona cuenta con 680 m² en su totalidad, repartidas en una piscina con dimensiones de competición, además de gradas fijas para los días en los que se realice competiciones.

5.1.3 Segunda (Zona cardio, musculación y actividades)

Esta planta no tiene en si biparticiones como tiene la primera en la cual las zonas están separadas por paredes, sin embargo, aquí también se pueden diferenciar tres zonas en función de su uso. La primera de ellas y la cual nos encontramos tras subir las escaleras que dan acceso, es la zona de cardio en la cual se encuentran las máquinas como bicis, cintas etc., la segunda zona con la que nos encontramos es la zona de musculación donde en ella se alojan distintos tipos de máquinas accionadas con poleas además de contar con todo tipo de pesas de diferentes pesos. Por último, nos encontramos con la zona de actividades situada al fondo, lugar más alejado de las escaleras. Estas zonas cuentan con 120, 180 y 60 m² respectivamente.

(Una vez introducidas estas tres zonas, me gustaría comentar una curiosidad que me surgió al ver el orden en el cual están colocadas estas zonas, y que el monitor del gimnasio me resolvió, y es que están colocadas estratégicamente para que la persona se sienta siempre incentivada a realizar algo de cardio, como calentamiento, antes de llevar al cuerpo a un esfuerzo mediante el levantamiento de pesas y que seguidamente antes de irse pase por la zona de actividades a realizar unos estiramientos. Algo curioso pero que una vez sabido tiene cierta lógica.)

5.2 MAQUINARIA DISPONIBLE

Una vez conocidas las instalaciones, toca hablar de las máquinas que se encuentran dentro de la instalación, para ello vamos a diferenciar entre la zona de cardio y la zona de musculación.

- Zona Cardio: La instalación cuenta con 20 bicicletas de spinning, 6 cintas de correr, 6 elípticas y 2 Cross Training

-Zona Musculación: Dentro de la zona de musculación la instalación cuenta con todo tipo de barras rígidas a las que se les puede añadir pesas y sus anclajes. Las pesas libres, a añadir a las barras varían desde los 1,25 kilos hasta los 20 kilos. Además, la instalación cuenta con pares de mancuernas de pesos entre 4 y 48 kilos dando así mucho juego al usuario con el peso. La instalación también cuenta con 12 máquinas accionadas por poleas en las que el usuario puede trabajar todas las partes del cuerpo, desde las piernas hasta los hombros con ellas.

5.3 HORARIO DE USO

El horario de la instalación varia, siendo el horario estándar y el horario de verano. El horario estándar cuenta con un horario de apertura continuo de 7-22 de lunes a viernes, un horario de 8-14 y 16-20 para los sábados y un horario de 8-14 para los domingos. Mientras que el horario de verano el cual se aplica en el mes de agosto es de 8-14 y 16-20 de lunes a viernes, sábados de 10-14 y domingos cerrado. Contando con festivos a nivel nacional y nivel local, la instalación cuenta con unos 260 días de uso anual.

5.4 AFORO

En cuanto al aforo, tenemos que irnos directamente a la normativa que establece el Régimen Técnico Sanitario de Piscinas de Cantabria, en el cual podemos comprobar que el aforo máximo para la piscina es de 1 persona cada 3 metros cuadrados. Sin embargo, para calcular el aforo máximo del gimnasio tenemos que acudir a otro reglamento, el Código Técnico de Edificación el cual nos indica que para este tipo de instalaciones el aforo máximo será de 1 persona cada 5 metros cuadrados.

Una vez que sabemos el aforo establecido por normativa, vamos a aplicarlo a nuestra instalación.

Piscina: $480 \text{ m}^2 \cdot (1 \text{ persona} / 3 \text{ m}^2) = 160 \text{ personas}$

Gimnasio: $360 \text{ m}^2 \cdot (1 \text{ persona} / 5 \text{ m}^2) = 72 \text{ personas}$

(Estos valores son los aforos máximos permitidos, lo que no quiere decir que sea la ocupación o que se den habitualmente)

6. DEMANDA ENERGÉTICA

6.1. DEMANDA TÉRMICA

6.1.1. Agua Piscina

6.1.1.1. *Perdidas*

6.1.2. Climatización

6.1.3. Potencia de Puesta en Marcha

6.2. DEMANDA ELÉCTRICA

6.2.1. Iluminación

6.2.1.1. *Sala de Calderas*

6.2.1.2. *Recepción*

6.2.1.3. *Vestuarios*

6.2.1.4. *Recinto Piscina*

6.2.1.5. *Sala de musculación, cardio y actividades*

6.2.2. Calefacción - Refrigeración

6.2.3. Máquinas Conectadas a Red

6. DEMANDA ENERGÉTICA

6.1 DEMANDA TÉRMICA

6.1.1 Agua de Piscina

Al tratarse de un recinto cerrado en el cual la piscina se pretende mantener como, piscina climatizada, esta debe tener un rango de temperaturas establecidas por la normativa a la que se basa. Este rango de temperaturas del que hablamos está comprendido entre los 24 y los 28°C, con lo que se podría estimar una temperatura media de 26°C durante la totalidad del año. Esta temperatura ha sido calculada teniendo en cuenta una serie de parámetros que interviene dentro de la temperatura que se pretende conseguir en la piscina, como pueden ser las pérdidas.

6.1.1.1 Pérdidas en la Piscina

A la hora de realizar el estudio de la temperatura más óptima dentro del rango que permite la norma, hay que tener en cuenta que las piscinas tienen ciertas variaciones en la temperatura de su agua, eso es debido a las pérdidas de calor a las que se encuentran sometidas en todo momento. Estas pérdidas pueden ser por motivo de la evaporación, la convección, la radiación, la renovación y por la transmisión.

- Pérdidas por Evaporación: Se originan mediante la evaporación del agua contiene la piscina, por mediación de una absorción del calor que esta contiene, lo que daría como resultado un descenso de la temperatura del agua. Está relacionada directamente con las pérdidas de temperatura, es decir, cuanto mayor sea la evaporación sufrida en la piscina, mayor será la pérdida de temperatura en la piscina.

- Pérdidas por Convección: Se originan entre la superficie libre del agua y el aire que hay en espacio que se encuentre en el vaso. El grado de pérdida mediante este tipo de pérdidas suele ser minoritario para piscinas climatizadas cubiertas, debido a que la temperatura del aire siempre suele estar por encima de la temperatura a la que se encuentra el agua. Por este motivo, es un valor no restrictivo a la hora de hacer el cálculo de las pérdidas, ya que será mínimo respecto a otro tipo de pérdidas.

- Pérdidas por Radiación: Se originan mediante la diferencia que hay entre la temperatura que tiene el agua y la temperatura de los cerramientos, la cual suele estar en un rango inferior a la del agua. Las pérdidas que se suelen generar mediante este tipo, son de una cantidad mínima también, por lo que a la hora de él calculo total de las pérdidas tienen una baja importancia.

- Pérdidas por Renovación: Se originan en forma de la evaporación del agua, lo que los usuarios generan mediante su uso e incluso la de su limpieza. Esto puede llegar a una pérdida de agua, la que deberá ser repuesta, de un rango próximo al 5% de la totalidad del agua. Esta cantidad ha de renovarse diariamente por normativa. El realizar esta renovación genera además unas pérdidas de calor, lo que dependerá de la temperatura a la que se encuentra el agua que se suministra por red al gimnasio y la temperatura a la que hay que mantener el agua de la piscina.

-Pérdidas por Transmisión: Se originan en función de las características del material del cual está hecho el vaso de la piscina, ya que este es el que nos proporciona el coeficiente de transmisión térmica necesario para poder conocer las pérdidas. Hay que tener en cuenta que, sobre el material usado para la construcción del vaso, hay que colocar una capa de azulejo, por lo que tendremos que tener en cuenta ambas cosas para poder conocer las pérdidas totales de calor. Además de eso, hay que conocer también las dimensiones del vaso y las temperaturas medias del lugar y del agua que contiene el vaso. Una vez conocidos todos estos datos podremos conocer las pérdidas totales por transmisión.

6.1.2 Climatización

Dentro de la climatización del local hay que tener en cuenta, desde el ajuste de la temperatura ambiente, para un adecuado uso del establecimiento, como el calentamiento del agua necesaria en los vestuarios.

Dentro de esto, empezamos con la renovación del aire necesaria por normativa, lo que permite que siempre se encuentre un aire de calidad dentro de la instalación. Esto se debe gracias al uso del aire exterior mediante intercambio y mezcla con el aire que se encuentra en el interior.

Este tipo de mezcla suele tener ciertos inconvenientes como son las posibles pérdidas que se pueden generar, y las que dependen del caudal y densidad del aire, el calor específico y el número máximo de personas que se pueden llegar a encontrar dentro de la instalación si el aforo es máximo.

Para poder realizar este cálculo nos basamos en el Método ASHRAE, el cual hemos utilizado en la asignatura de Transformación y Uso Eficiente de la Energía, y el que nos permite calcular las necesidades de climatización del aire de forma precisa.

Para poder llegar a una resolución del método tendremos que conocer previamente:

- La temperatura a la que se encuentra el aire exterior
- El grado de humedad interior
- El volumen de vapor que se necesita extraer
- El caudal del aire que está en circulación
- El volumen total de la instalación en la cual estamos haciendo el estudio
- La temperatura exterior a la instalación, la cual usaremos para el intercambio
- La humedad a la que se encuentra el exterior del recinto

Una vez que sabemos todos estos datos, podemos hacer el cálculo del caudal del aire de circulación y la masa a su vez.

Seguidamente es necesario conocer la humedad especificada, lo cual para ello necesitamos saber la variación de humedad relativa y una vez que tenemos ese valor, podremos calcular finalmente el valor de la humedad específica.

Una vez que tenemos todos los datos de partida de las condiciones de la instalación, procederemos al cálculo de las cargas lo que nos permite llegar a las variaciones de entalpías, que serán con las que después vayamos al diagrama psicrométrico, lo que nos permitirá saber la entalpía a la que se encuentra la piscina y gracias a ella podemos conocer las temperaturas finales de la mezcla de aire y la de descarga, siendo este el objetivo final del uso del Método ASHRAE, ya que con esto podemos calcular la potencia final necesario para climatizar el aire así de la instalación.

Una conseguido la climatización de la instalación, pasamos al calentamiento del agua que irá dirigida al vestuario tanto masculino como femenino, esto no llega a ser un arduo trabajo, ya que, nos basamos en el Documento Básico de Ahorro de Energía, el cual establece un mínimo de agua caliente sanitaria calculado sobre las demandas de los vestuarios, para ello acudimos a la tabla "4.1. Demanda de referencia a 60°C" incluida en la Sección HE4 y que establece un valor de 15 litros/día por persona en vestuarios y duchas colectivas.

En nuestro caso, los vestuarios contienen una simetría en función a los servicios que ofrecen, los cuales son:

- 1 lavabos por vestuario
- 4 duchas normales y 1 para usuarios con movilidad reducida por vestuario
- 2 inodoros por vestuario

Todo esto nos da como resultado un total de 20 servicios a cubrir en los vestuarios lo que nos daría como resultado un total de $21 \cdot 16 = 336$ litros de ACS/día en los vestuarios, mientras que en el gimnasio tendremos que tener un valor máximo con aforo, para llegar a cubrir así las máximas necesidades posibles, teniendo en cuenta que el aforo máximo del gimnasio. Una vez calculadas los consumos medios pasamos a calcular las necesidades energéticas que estas generan.

6.1.3 Potencia Puesta en Marcha

La potencia de puesta en marcha es la que a la hora de poner en funcionamiento se encarga de poner a la temperatura adecuada el agua que se capta de la red de abastecimiento de la piscina y se supone que es de manera anual. Para ello es necesario conocer el volumen, densidad calor específico, las temperaturas y el tiempo de puesta en régimen. Una vez que estos datos son conocidos podemos calcular la potencia necesaria de puesta en régimen. Tener en cuenta que el tiempo de puesta en régimen es un periodo de larga duración siempre y cuando no queramos tener que requerir de una adicción a la instalación de una serie de equipos de potencia auxiliares.

6.2 DEMANDA ELÉCTRICA

A la hora de realizar el apartado de demanda eléctrica que provocaría el recinto completo, tendremos que hacer una división entre todas las salas que engloban el recinto. En este tipo de demanda intervienen todos aquellos aparatos que necesiten de energía eléctrica para su funcionamiento dentro del recinto. Para ello necesitaremos conocer las necesidades energéticas a cubrir.

6.2.1 Iluminación

Cubrirá todo aquel aparato que requiera de energía eléctrica para ser capaz de emitir un haz de luz. Hay que tener en cuenta que las separaciones del recinto, no tendrán por qué contar todas con la misma demanda de luz, sino que dependerá del uso que se le vaya a dar a ese espacio y la cantidad de luz necesaria para ello.

6.2.1.1 Sala de calderas

La sala de calderas, la cual se aloja en la planta inferior del recinto, no es un tipo de sala que requiera una gran cantidad de luz, ya que su uso se verá reducido a un control rutinario diario realizado por el operario de mantenimiento el cual comprobaba el estado de las calderas y su correcto funcionamiento, o en caso de que se necesite una reparación en ellas. Por estos motivos de uso se emplea un nivel medio de iluminación.

Tiene unas dimensiones de 180 metros cuadrados y al tener un nivel medio de iluminación establecemos unos 200 lux, los cuales se conseguirán con la implementación en la sala de unas lámparas led de 25 W las que nos acabarán aportando unos 210 lúmenes en la sala de caldera. Para conseguir dicha iluminación dentro de un espacio de 180 metros cuadrados harán falta la colocación de 32 lámparas led de la potencia seleccionada.

6.2.1.2 Recepción

Nuestra instalación cuenta con una sala de recepción amplia en la cual tendremos dos zonas, una donde se coloca el check in diario de las personas el cual esta sitiado en la mesa de recepción la cual necesitara de una buena iluminación, y una segunda zona dentro de la recepción en la que contamos con máquinas expendedoras de café y bebidas las cuales también necesitaran de buena iluminación.

Para conseguir esta iluminación contamos de nuevo con las lámparas led de 25 W, pero en este caso necesitaremos de una iluminación centralizada en la zona del check in en la cual la trabajadora necesitara de un grado de iluminación alto para poder realizar las fichas de cada usuario, por lo que se necesitaran de 260 lux, para ello colocaremos 4 lámparas en dicha zona.

Para el resto de la sala de recepción la cual no necesita de tan buena iluminación, estableceremos un nivel bajo de iluminación aportando unos 100 lux, mediante la incorporación de 20 lámparas led repartidas en la totalidad restante de la sala de recepción

6.2.1.3 Vestuarios

Para este apartado hay que tener en cuenta, como ya hemos dicho con anterioridad la simetría con la que cuentan ambos vestuarios, de no ser así, se debería colocar en apartados diferentes cada vestuario.

Una vez dicho esto, decir que los vestuarios cuentan con unas dimensiones de 80 metros cuadrados cada uno y en los cuales no es necesaria una excesiva iluminación. Por este motivo se hace uso de 20 lámparas led de 15 W.

6.2.1.4 Piscina

Para redactar la iluminación de la sala de la piscina hay que acudir a la Normativa que establece la iluminación de instalaciones deportivas, y dentro de ellas recoge que este tipo de salas debe contar una iluminación de 300 lux.

Esta sala cuenta con una superficie a cubrir de 680 metros cuadrados, por lo que será necesario la aplicación de 54 lámparas led de 38 W para poder emitir una iluminación uniforme dentro del recinto entero y que no generen deslumbramientos al mismo tiempo, siendo esto un apartado a tener en cuenta dentro de su colocación dentro de la sala, ya que una mala colocación podría generar deslumbramientos en los usuarios de la piscina.

6.2.1.5 Sala de musculación, cardio y actividades

Para conocer la iluminación necesaria en este tipo de salas recurrimos a la normativa descrita con anterioridad y la cual nos establece que la iluminación de este tipo de salas requiere 200 lux. Esta sala cuenta con una superficie a cubrir de 360 metros cuadrados, distribuidos en tres zonas.

La primera, en ella se sitúan las máquinas de musculación y la cual cuenta con una superficie aproximada de 180 metros cuadrados en los cuales la iluminación tiene que ser la adecuada ya que, los aparatos de musculación necesitan de buena iluminación para poder cerrar los acoples de manera segura y la selección del peso sea la adecuada. Por ello serán necesarias 36 lámparas led de 25 W.

La segunda, lugar donde se sitúa la zona de cardio, cuenta con una superficie aproximada de unos 120 metros cuadrados, en los cuales es necesaria una iluminación media, ya que cuenta con máquinas de remo, cintas, bicicletas de spinning y elípticas, las cuales no necesitan de una gran iluminación para realizar su uso. Por ello se usan 26 lámparas led de 20 W.

La tercera, en la cual se realizan las actividades como aeróbic, yoga etc. y que cuenta con una superficie aproximada de 60 metros cuadrados, necesitara de una buena iluminación para que desde cualquier zona se pueda ver de manera adecuada a la profesora. Para ello se establecerán 24 lámparas led de 25 W.

6.2.2 Calefacción y aire acondicionado

Este tipo de sistemas de climatización calefacción de un recinto deportivo, como es nuestro caso de estudio, es uno de los principales temas en relación con el consumo energético que genera la instalación deportiva incluida en el recinto. Para poder hablar del consumo energético total generado por calefacción y climatización hay que distinguir varios apartados, los cuales se pueden aplicar dentro de la instalación para obtener un ahorro energético en el consumo y son:

- Características de los materiales de construcción: En función de la localización del recinto, unas condiciones climatológicas actuaran sobre él, lo que provocara que una instalación deportiva tenga una mayor o menor demanda en función de donde se encuentre. Por ello en función de la climatología es necesario utilizar unos ciertos materiales constructivos. De igual manera, en nuestro caso particular el cual vamos a incluir aerogeneradores y paneles solares, se buscará de la misma manera la mejor orientación y el mayor ángulo de incidencia del aire. Como resultado daría el aprovechamiento máximo de las cualidades del lugar.

- Regulación y control del consumo: Un tema importante dentro del apartado del consumo energético englobado en calefacción y aire acondicionado, es el del uso de un buen sistema de control y regulación. Este nos permitiría tener un control sobre las horas puntas de consumo, en las cuales se aplicaría un aporte total de los servicios (luz, calefacción, aire etc.) en cada zona, pudiendo regular su aplicación en las zonas de uso, y mitigarlo en las que estén en des uso. Un ejemplo claro de esto seria, la disminución lumínica y de la climatización de la zona de actividades para las horas en las que no hay programada ninguna.

- Free-Cooling: Se basa en el uso del aire que se encuentra en el interior de la instalación como medida para climatizar el interior del recinto. El aire tomado del exterior tiene que ser pasado por un proceso de filtrado para poder aclimatar el aire exterior a unas condiciones adecuadas que permitan después hacer buen uso de este, como agente climatizador. De esta manera, con la localización de nuestra instalación, la cual está sometida en varios periodos del año a un aire exterior a muy bajas temperaturas, podremos encontrar una manera de ahorro con una gran eficiencia energética y una mejora en cuanto a la calidad del aire que se encuentra en el interior de la instalación.

- Buen uso del calor interno: El uso correcto del calor interior que generar los grupos de frío, como puede ser el calor del condensador que se extrae en los equipos frigoríficos puede ser reutilizado. Para ello es necesaria la utilización de intercambiadores de calor conectado a ellos, lo que serviría para generar una producción adicional de agua caliente, la cual puede ser reenviada a la instalación para su uso en distintos servicios.

-Selección de las bombas: Las bombas de calor son conocidas como sistemas reversibles capaces de suministrar calor o frío en función de la necesidad de la instalación. Su orden de rendimiento es superior al de una caldera de combustible, por lo que pueden ser la alternativa adecuada, debido a que, aunque la electricidad es algo más costosa su eficiencia a la hora de producir el calor es superior. Por este motivo es tan positiva la aplicación de las bombas en la sala de la piscina cubierta, por el motivo de que nos permite reducir el caudal de aire de ventilación a usar, lo que nos genera un ahorro energético y menos emisiones de CO₂ respecto a las calderas convencionales.

-Buena optimización de Calderas: Uno de los puntos fundamentales donde se puede generar un ahorro en cuanto al consumo energético es la máxima optimización de las calderas de agua que se encuentran dentro de la instalación. Para poder conseguir una buena optimización, hay que tener en cuenta que se haya realizado un correcto dimensionamiento de las calderas que se van a instalar en el recinto, ya que un fallo en el dimensionamiento puede provocar unos excesos innecesarios para la demanda que requiere la instalación y estar generando de esa manera pérdidas. Además, siempre se ha de tener un sistema de control y guiado de las calderas de agua, de manera que en todo momento podamos modificar los parámetros de dichas calderas en función de las necesidades que se requieran de agua caliente en ese momento y no tener así un exceso de funcionamiento de las calderas, en los momentos de baja demanda del agua caliente. Por último, pero no menos importante dentro del tema de las calderas de agua, es el que siempre tienen que contar con revisiones continuas para poder detectar cuando alguna de las instaladas puede tener un fallo o la cual se está deteriorando de manera que haya que reponerla o cambiar algo para que vuelva a estar en su estado óptimo y no generar así pérdidas.

Una vez comentados todos los apartados a tener en cuenta para el correcto ahorro en cuanto a consumo energético en el uso de la calefacción y la climatización, habría que hacer el cálculo total del consumo que se produce, el cual hemos obtenido mediante consultas de facturas pasadas además del proyecto.

6.2.3 Maquinaria conectada a la Red

Dentro de lo que conocemos como maquinaria de gimnasio convencionales, no sería necesario la conexión de este tipo a la red, sin embargo, al estar realizando el estudio con máquinas que generen energía, nosotros vamos a tener que realizar una conexión de estas a la red. Esta conexión, por otra parte, estará compensada por la energía producida por los usuarios de manera que la gastada al conectarse a la red, se verá salvada por la producida por estas mismas.

Sin embargo, sí que tenemos que tener en cuenta las máquinas de refrescos y de café que se encuentran en la sala de recepción, además de los ordenadores que harán falta para que la recepcionista confirme el check in de los usuarios. A estos tendremos que añadir, los 2 secadores de pelo que se encuentran en cada secador, las 4 televisiones que se encuentran en la sala de musculación, cardio y actividades las cuales se ponen a mano del usuario para poder hacer más productiva su presencia en el gimnasio además de los dos altavoces que se colocan conectados a los micros de los empleados de staff para realizar las clases y que puedan ser escuchados con claridad en toda la zona de uso. La suma de todos estos aparatos hay que tenerlos en cuenta dentro del consumo energético total de la instalación.

7. CARACTERIZACIÓN A ESTUDIO

7.1. SOLAR FOTOVOLTAICA

7.2. AEROGENERADORES

7.3. USO DE LA ENERGÍA CINÉTICA

7.4. BALDOSAS PIEZOELÉCTRICAS

7. CARACTERIZACIÓN A ESTUDIO

7.1 SOLAR FOTOVOLTAICA

Para poder optar a la colocación de una serie de paneles fotovoltaicos en el recinto del complejo, tendremos en cuenta las posibles localizaciones y buscaremos el lugar donde mayor eficiencia se pueda obtener, teniendo en cuenta que su colocación sea lo más liviana y no haya que ejercer modificaciones dentro del recinto ni construcciones en sus alrededores.

Además, hay que realizar una pequeña descripción de los elementos que componen los sistemas solares fotovoltaicos, que son:

- Generador: Batería de módulos fotovoltaicos interconectados y que se encargan de la transformación de la energía solar que incide sobre ellos, en energía eléctrica.
- Sistema de acumulación: Son una serie de baterías de celdas electroquímicas que pueden proporcionar energía a las cargas durante los periodos de baja o nula radiación indecente sobre los paneles.
- Regulador: Elemento que proporciona la seguridad del sistema frente a las posibles sobrecargas y sobre descargas del sistema pudiendo ser estas causas por motivos de exceso de energía en los módulos o por exceso de consumo por las cargas.
- Inversor: Es parte fundamental dentro de los sistemas, ya que su función acaba siendo la de transformar la potencia en corriente continua que es aportada por los módulos, en potencia de corriente alterna que es la que deseamos conseguir. Les hay de distintos tipos en función de su uso:
 - De conexión a red, permite trabajar al módulo a máxima potencia
 - Autónomo, permite la conversión de corriente continua a corriente alterna bajo condiciones adecuadas para alimentar las cargas de consumo.
 - Variador de Frecuencia, usado en aplicaciones de bombeo adaptándose a la frecuencia de funcionamiento y caudal de la bomba.

Una vez que hemos descrito los elementos que componen los sistemas solares fotovoltaicos, entramos a discriminar las posibles implementaciones de los paneles, llegando a la conclusión de que por la forma arquitectónica del edificio que engloba el complejo deportivo la opción más viable es la integración de los paneles fotovoltaicos en la parte superior del edificio, es decir en su cubierta plana.

Llegamos a esta conclusión gracias a que es la opción que más ventajas y beneficios nos aporta, además de no tener que sufrir ninguna modificación ni construcción adicional, simplemente la integración de los paneles.

Sus ventajas son:

- Una sencilla y no laboriosa instalación
- La inclinación del generador no depende de los componentes del edificio y permite la orientación en un rango de variación, permitiéndonos así obtener un buen rendimiento.
- Uso de sistema de contrapesos, lo que evita tener que anclar su estructura al edificio y no poner así en peligro la impermeabilidad de la estructura.
- Fácil acceso y mantenimiento
- Permite seleccionar la ubicación más adecuada para el generador, buscando así la zona menos sombreada del lugar.
- Hace que la carga térmica del edificio sea menor, ya que, la colocación de los paneles genera una sombra sobre la estructura.

Como inconveniente dentro de lo que es la incorporación de este tipo de sistema en la cubierta superior, podríamos hablar de un impacto visual el cual habría que tener en cuenta a la hora del impacto social que podría provocar esta adicción de los paneles fotovoltaicos dentro de la estructura arquitectónica del edificio que engloba el recinto deportivo.

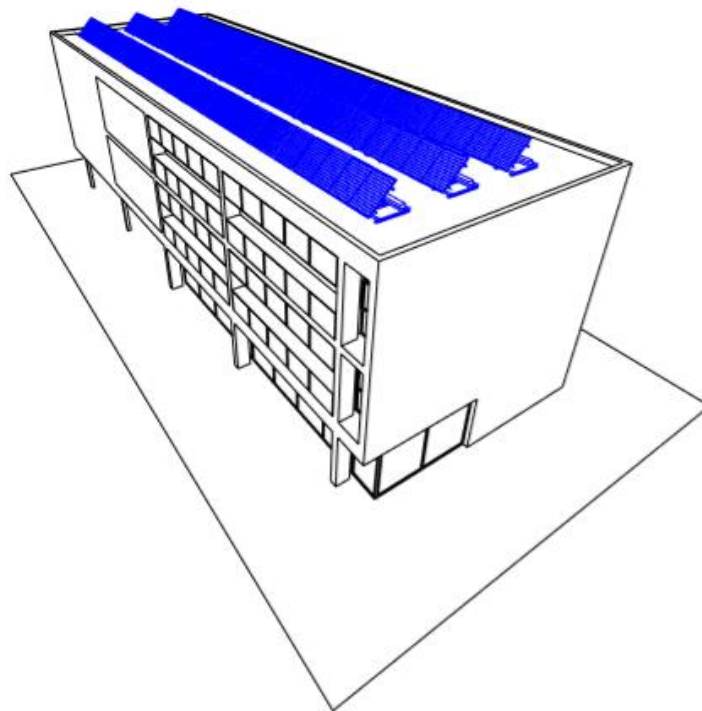


Figura 11(Centro Cívico El Cerro, Madrid)[14]

Una vez estudiado este caso, si al realizar la introducción de todas las energías alternativas que se pretenden realizar, la producción energética no llega a abastecer lo que sería las necesidades básicas del recinto, podríamos introducir una serie de paneles en lo que sería la fachada del edificio, permitiendo así una mayor producción energética.

Esto es posible gracias a que la integración de los módulos puede adaptarse a construcciones convencionales como muros cortina, permitiendo además una buena iluminación interior formando estos módulos un acristalamiento transparente.

7.2 AEROGENERADOR [2]

Como segunda energía alternativo optamos por la incorporación de los aerogeneradores, los cuales una vez estudiadas las posibles integraciones dentro de lo que sería el recinto, llegamos a la conclusión de la opción más viable a la cual podríamos optar es la del uso de aerogeneradores de uso doméstico. Este tipo de aerogeneradores nos permite obtener la mayor rentabilidad en cuanto al aprovechamiento del viento, ya que, la energía que produce un aerogenerador viene dada por el cubo de la velocidad del viento. Para nuestro caso en concreto y con el diagrama de aires que hemos presentado con anterioridad en nuestro estudio, hemos calcula que el periodo de recuperación de la inversión rondaría los 10 años, siendo una energía generadora de ahorro o beneficio a partir de dicha fecha.

La colocación de este tipo de aerogeneradores es una característica muy importante a la hora de calcular su rentabilidad, debido a que a cuanto mayor altura este colocado, mayor será la magnitud del viento que lo mueva, teniendo en cuenta que un exceso de altura podría rebajar su eficiencia, además de encarecer el proyecto.

- Ventajas

- La generación de encuentra muy próxima a el punto de consumo, haciendo que las perdidas sean mínimas
- No se necesitan para su colocación una gran extensión de terreno, además de no ser necesario fuertes vientos para comenzar a sacarle partido a su producción energética.
- Debido a su comprimido tamaño, el impacto visual que provocaría su instalación se ve disminuido, de igual manera que sus costes de operación y mantenimiento son reducidos debido a su sencillez.

- Inconvenientes

- Uno de los principales inconvenientes es el tema auditivo, siendo el ruido que pueden llegar a producir, causante de vibraciones o turbulencias.
- Previo a su instalación hay que saber a ciencia cierta que el lugar objeto de instalación cuenta con un potencial eólico lo suficientemente grande como para realizar dicha inversión.

Dentro del apartado de funcionamiento de los aerogeneradores, encontramos una electrónica compuesta por:

- Modulo de Control: Permite obtener un manejo autónomo del generador para optimizar así la obtención de la energía, queriendo hacer que esta sea máxima siempre. Pudiendo limitar el número de revoluciones con las que gira en función de la velocidad del viento a la que es sometido. Todo ello se puede realizar gracias a una pantalla en la que se muestran mediante texto los parámetros del estado en el que se encuentra el generador.
- Modulo Convertidor: No es necesaria la incorporación de condensadores, debido a que su inclusión, acortaría vida útil del módulo, además reconoce de manera automática la frecuencia y el voltaje de la red, desconectándose cuando no hay conexión a la red, lo que quiere decir que reconoce los cortes y restablecimientos de red de manera automática.
- Sistema Regulador de Carga: Nos permite en función de la carga que tenga el acumulador regular el sistema. Cuenta con una corriente constante de un 10% la capacidad nominal para poder así cargar lo más rápido posible, llevándose a cabo mediante un incremento de pequeña magnitud en la tensión, provocando que aumente así la resistencia interna del acumulador. Además, nos permite conocer cuáles son los acumuladores con defectos mediante el cálculo de la energía cargada. Por último, de desconectan automáticamente para protegerse así frente a descargas totales que pueden reducir su vida útil.



Figura 12(Aerogenerador ENAIR, E70PRO)[2]

7.3 USO DE LA ENERGÍA CINÉTICA [4]

La energía cinética es conocida como la energía que contiene un cuerpo, el cual se encuentra en movimiento y que depende de la masa y la velocidad del cuerpo. Este tipo de energía se obtiene a partir de otro tipo de energías y a su vez puede transformarse en otras, en nuestro caso en energía eléctrica. Esta energía tiende a aumentar cuanto mayor sea la velocidad a la que se genera, midiéndose en julios, además de ser mayor cuanto mayor sea la masa del cuerpo que la produce. Pudiendo distinguir tres tipos de Energía Cinética:

- De Traslación: Producidas cuando las partes intervinientes siguen una misma dirección, el ejemplo más claro puede ser al caminar.
- De Rotación: Producida cuando las partes del objeto giran, es decir, cuando tienen una forma de giro similar a un disco.
- Molecular: Producida mediante las moléculas de la materia que se encuentran en un movimiento constante a gran velocidad.

Dentro del uso de la Energía Cinética encontramos varias formas:

- Bicicletas de Spinning: Este tipo de bicicletas son capaces de generar más de 2500 vatios en una clase de una hora de duración en la que intervengan unas 15 personas. Esto se puede producir mediante la incorporación de un transformador en una bicicleta convención, para ser más concreto, en la parte inferior de la bicicleta. Este transformador es capaz de convertir la energía producida por la fricción de las cintas que componen las ruedas delanteras de la bicicleta, mediante el avance de esta por cada pedalada, en energía eléctrica que es el objetivo buscado. Seguidamente habría que conectar la totalidad de las bicicletas en serie entre sí, generando así una energía limpia mediante la quema de calorías durante las clases.

El generador eléctrico encargado de la transformación de la energía, funciona mediante la adicción de un campo magnético dispuesto sobre la armadura de este. Si se produce un movimiento mecánico entre los conductores y el campo, provocara la producción de una fuerza electromotriz capaz de amplificar la energía obtenida. La producción media por bicicleta en cuanto a capacidad generadora por personas aficionadas es de 100 vatios, mientras que un profesional tendría uno 500 vatios.



Figura 13(Bicicleta Spinning G510)[4]

- Cintas de Correr: Este tipo de cintas no requieren de ningún motor para su funcionamiento. El entrenamiento comienza mediante la liberación de un freno que está colocado en la parte inferior de la correa que contiene la cinta. A medida que avanzamos sobre la cinta, la correa provocara el giro de los rodillos interiores, los que permiten a la cinta avanzar, además de ser los encargados de capturar el movimiento y ser los encargados de convertir esto en la electricidad que tenemos por objetivo de obtención.

Además, contienen un micro inversor que es la pieza encargada de regular constantemente el flujo de la corriente, convirtiendo esta en energía alterna, mientras que la potencia adicional se transporta a el elemento más cercano necesario de energía, como pueden dispositivos cercanos, e incluso que compartan la misma toma de corriente dentro del mismo edificio. Además, este tipo de cintas integran un adaptador de USB que te permite la conexión del teléfono u otro aparato que lleve una conexión de USB para realizar mediante el uso de la cinta su carga.

La producción media por cinta en uso, para un deportista aficionado el cual estimamos una velocidad de 8 km/h, rondaría una capacidad generadora de unos 75 vatios, mientras que un deportista profesional el cual hacemos una estimación de una velocidad de unos 13 km/h llegaría a unos 120 vatios. Dentro de la productividad hay que tener en cuenta también a las personas que solo le dan un uso de caminar a este tipo de cintas, por ello he tenido que tener en cuenta una parte de gente la cual la velocidad media sería de unos 4 km/h que llegarían a conseguir una capacidad de generación de unos 45 vatios.



Figura 14(Cinta de Correr Verde Treadmill)[4]

-Cross Training: Es un tipo de máquina que está cogiendo mucha importancia dentro del mercado de los gimnasios, ya que, permite la realización de 3 modos dentro de uno, es decir, tiene una mayor versatilidad que si tenemos en cuenta un maquina única como puede ser la bicicleta de spinning la cual no la podemos dar otro uso que el que tiene. Sin embargo, esta nos permite en función de lo que busquemos hacer seleccionar el modo step(andar), elíptica o bici, dando una mayor adaptabilidad al usuario. Este tipo de máquinas tiene una conexión directa con la red, debido a su multifuncionalmente, lo que haría que tendrían que tener una conexión con red por cada máquina que tenga el gimnasio de este tipo

En nuestro caso, solo habría dos de estas máquinas, las cuales podrían llegar a generar entre ambas a pleno funcionamiento darían como resultado una capacidad generadora de 205 vatios. Esto puede desglosarse en función de los modos.

En caso de haber seleccionado la opción de Modo Step, la máquina puede generar una producción de 93 vatios en la modalidad 3 de dificultad la cual establecemos como nivel usuario aficionado.

Sin embargo, si seleccionamos el Modo Elíptica y en su caso la resistencia a sobreponer 4, siendo esta una resistencia nivel aficionado seleccionada para hacer la estimación, produciría unos 113 vatio.

Por último, si la selección que hacemos es Modo Bici, la máquina llegaría a producir unos 50 vatios con una resistencia estándar 3 la cual no supondría ninguna dificultad para cualquier tipo de usuario.



Figura 15(Cross Training 3-1 Verso G886)[4]

- Bicicleta Elíptica: Las bicicletas elípticas, las cuales tendrían una funcionalidad similar al Modo Elíptica dentro de lo que es el CrossCont definido con anterioridad. Pero a diferencia de ella, esta está conectada entre sí con sus otras compañeras en serie para después hacer así una conexión común a la red. Este tipo de máquinas al ser de uso único, es decir, solo realizan la función de bicicleta elíptica, tienen una generación de energía más alta que la mencionada con anterioridad.

En concreto una bicicleta elíptica puede llegar a una capacidad de generación a nivel aficionado, el cual utilizaría un modo de resistencia básico como puede ser el nivel 2, puede llegar a generar unos 110 vatios, mientras que, en una resistencia normal, que sería de nivel 5 llegaría a una producción de 140 vatios, y un usuario avanzado el cual entrenaría en ella con una resistencia alta como puede ser un nivel 8 de dificultad podría llegar a generar alrededor de los 200 vatios.



Figura 16(Elíptica G876)[4]

7.4 BALDOSAS PIEZOELECTRICAS [5]

Consiste un principio básico, el cual se basa en la generación de electricidad a partir de la presión aplicada al pisar la baldosa, lo que da como resultado una variación de altura, lo que ocasiona que el material piezoeléctrico alojado en su interior sufra una pequeña deformación, dando así una generación de una carga eléctrica, la cual se convierte en energía utilizable y que se almacena en una batería. Esta energía almacenada puede ser utilizada de manera inmediata o para un uso posterior.

El sistema de recolección y almacenamiento que se ha diseñado utiliza a su vez un sistema de alimentación continuo con una batería que está ligada a la pared del edificio, lo que permite a su vez que esta sea utilizada de manera inmediata gracias a sus dispositivos locales, cuando la cantidad de energía sea insuficiente.

Si tenemos en cuenta una baldosa piezoeléctrica de 60*45 y de una altura de 20 cm, la cual es sometida a una sola pisada puede producir unos 5 vatios por pisada, lo que daría un resultado aproximado de unos 2500 vatios producidos en una sola clase de aeróbic a la que acudan de media unas 20 personas.

En nuestro caso, la instalación de dichas baldosas estaría localizada en el recinto de actividades, el cual se encuentra en la parte superior del gimnasio. Estas baldosas cubrirían la parte central de la zona, acaparando una totalidad de 25 metros cuadrados. Esto nos hace instalar un total de 90 baldosas aproximadamente. Sin embargo, cabría la posibilidad de la implementación a futuro, un modelo que PAVEGEN, la empresa en la que nos hemos basado, ha dado uso en otros países. Esto se podrían establecer a lo largo de toda la recepción y que, mediante pisadas y ciertos medios de fácil adquisición, como, por ejemplo, el Bluetooth de un teléfono móvil, el cual nos permitiría cargarlo, además de la generación energética mediante pisadas.

Esta empresa, una de las más destacas en el mercado, tiene establecidas este tipo de baldosas en las entradas de varios centros comerciales, los cuales permiten en función del número de asistencias en los centros, llegar a unos tipos de descuentos sin tener que pagar por ellos.

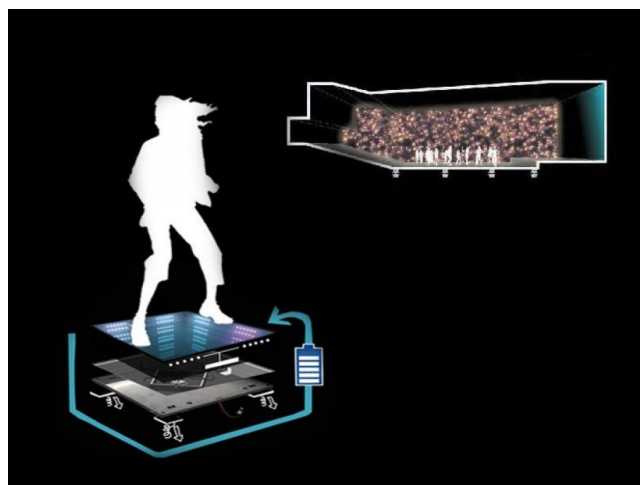


Figura 17(Ejemplo Funcionamiento Baldosa Piezoeléctrica)[5]

8. BALANCE ENERGÉTICO DE LA INTALACIÓN [13]

Para poder comprobar el nivel de autosuficiencia que se podría obtener mediante las energías propuestas en este estudio, lo más adecuado sería hacer un balance energético en el que tendríamos que tener en cuenta tango el consumo eléctrico como el consumo térmico total de la instalación.

Para ello hemos acudido a los valores de proyecto establecidos en la construcción de la instalación de igual forma que consultando varios datos que han sido aportadas por el establecimiento a estudio en forma de facturas y lecturas de contadores interiores en la instalación.

Una vez recopilados todos los datos aportados y haciendo los cálculos de la energía que serían capaz de producir las energías incorporadas obtenemos estos valores.

Demanda causada por medio de la instalación:

- Instalación de Agua Caliente Sanitaria

-Demanda de ACS a 60º: 3000 litros/día

-Caldera 1, Potencia nominal 245 kW con un rendimiento estacional del 83,1%

-Caldera 2, Potencia nominal 245 kW con un rendimiento estacional del 85,1%

-Ventilación y Bombeo

-Bomba 1, bomba varias velocidades asociada a ACS. Consumo de 2405 kWh/año

-Bomba 2, bomba varias velocidades asociada a ACS. Consumo de 960 kWh/año

-Bomba 3, bomba varias velocidades asociada a ACS. Consumo de 960 kWh/año

-Bomba depuración 1,caudal constante asociada a ACS. Consumo 7200 kWh/año

-Bomba depuración 2,caudal constante asociada a ACS. Consumo 7200 kWh/año

-Bomba depuración 3, caudal constante asociada ACS .Consumo 7200 kWh/año

-Bomba depuración 4, caudal constante asociada ACS. Consumo 7200 kWh/año

-Bomba depuración 5, caudal constante asociada ACS. Consumo 1440 kWh/año

-Bomba depuración 6, caudal constante asociada ACS. Consumo 1440 kWh/año

Consumo total por las bombas de Ventilación y Bombeo de 36005 kWh/año

-Instalación de Iluminación

-Edificio Objeto:

-Potencia instalada de 13,84 W/m²

-Calefacción y Refrigeración: Siendo la demanda energética necesaria para mantener las condiciones internas deseadas de confort en el interior de la instalación.

-Calefacción: Demanda de 22,8 kWh/m2año

-Refrigeración: Demanda de 51,8 kWh/m2año

Una vez conocidos los datos de partida de la instalación, procedemos a utilizar estos valores junto con los coeficientes de utilización y operación del recinto, lo que nos dará unos valores más aproximados en cuanto al consumo real de la instalación, siendo los siguientes:

	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Total
Consumo Energía Final (KWh/m2año)	21,99	19,66	47,75	11,35	100,75

$$100.75 \text{ kWh/m2año} \cdot 1560 \text{ m}^2 = 157,17 \text{ MWh/año}$$

Por lo tanto, el consumo total de energía final que se necesita cubrir en la instalación anualmente es de alrededor de 157,17 MWh/año.

Seguidamente tenemos que pasar a saber la totalidad de la energía que seríamos capaces de producir mediante las energías alternativas planteadas con anterioridad.

-Solar Fotovoltaica

Para poder realizar el cálculo de la producción energética mediante la instalación de paneles solares en el tejado de la instalación objeto, primero hay que tener en cuenta la superficie a cubrir, una vez sabido que es necesario cubrir una superficie de 1200 m² ahora tenemos que tener en cuenta el tipo de panel a instalar y las características de este. Como bien vimos en la asignatura impartida por Pablo Castro, Renewable and Alternative Energies, los paneles con células tipo policristalinas tienen una eficiencia muy alta, una estabilidad excelente y un coste medio, siendo su impacto visual medio bajo, siendo estas características el motivo de nuestra elección a la hora de seleccionar el tipo de panel para su instalación.

Las dimensiones del panel seleccionado son de 1,32 metro de ancho por 1,662 metros de ancho y 46 mm de grosor, teniendo en cuenta eso podríamos decir que como máximo se podrían instalar 510 paneles con esas dimensiones, lo que nos permitiría cubrir la totalidad de la fachada. Irían conectados en 17 líneas conectadas en paralelo, y cada una de ellas compuesta por 30 paneles conectados en serie.

Las características del panel seleccionado, un Panel Solar KYOCERA KD 320 w Policristalino son:

- Irradiación 1000 W/m²
- Potencia nominal 320 W
- Tensión a Max potencia 40,1 V
- Tensión de Circuito Abierto 49,5
- Eficiencia del Módulo 14,5 %
- Corriente de cortocircuito 8,6 A
- Corriente de Max potencia 7,99 V

Una vez sabidas las características principales de los paneles podemos realizar el cálculo de la energía producidas por ellos

Panel de 320W, 1000W/m² Irradiancia y HSP de 4 nos da una producción de 1,28 kWh

Por lo tanto, al contar con 17 líneas de 30 paneles cada una obtendremos:

$17 \times 30 = 510$ paneles

$510 \times 1,28 \text{ kWh} = 652,8 \text{ kWh/día}$

$652,8 \text{ kWh/día} \times 260 \text{ día} = \mathbf{169,7 \text{ MWh/año}}$

(HSP=Hora Solar Pico, en nuestro caso será de 4) (1 HSP = 1000Wh/m²) (El cálculo ha sido realizado en un entorno ideal, es decir, sin perdidas y teniendo en cuenta que todos los paneles son iguales)

-Aerogeneradores

Dentro del apartado de aerogeneradores, lo primero que hay que realizar es una comparativo de los posibles tipos de aerogeneradores que se pueden instalar en la instalación, teniendo en cuenta las características constructivas de esta y la situación geográfica en la que se encuentra. Una vez tenidas en cuenta estas limitaciones que nos supone la localización de nuestra instalación y una vez comparados los modelos viables llegamos a la conclusión de que el aerogenerador E70PRO de la empresa ENAIR puede ser nuestra mejor opción tanto energética como económica.

Este tipo de aerogenerador es capaz de generar energía incluso cuando está sometido a bajos vientos. Esto se debe a su diseño y la eficiencia que tiene a la hora de la generación energética. Para ser más exactos la empresa ENAIR nos confirmó que su producción media diaria esa calculado en 80 kWh/día cuando su aerogenerador está sometido a unas velocidades del viento de un rango de 8-12 m/s de media diaria. Teniendo en cuenta que el rango de viento al que está sometido nuestra instalación es de unos 5 m/s tenemos que la producción no será tan alta como la inicial que nos propuso la empresa. Por este motivo obtenemos que la producción diaria para nuestro rango de velocidades es de 38 kWh/día y una vez conocido esto podemos conocer la producción energética que supondría la instalación del aerogenerador.

(Cabe la posibilidad de incluir dentro del cálculo un máximo de 4 aerogeneradores ya que sus dimensiones de 4,3 de diámetro y 3,4 de lateral nos permitiría incluirlos en la parte opuesta de la instalación.)

$38 \text{ kWh/día} * 365 \text{ días} = 13870 \text{ kWh/año} = \mathbf{13,78 \text{ MWh/año}}$ (un generador)

$13,78 \text{ MWh/año} * 4 = \mathbf{55,12 \text{ MWh/año}}$

-Uso de Energía cinética

- Bicicleta Spinning: Para hacer el cálculo de la energía capaz de producir, vamos a tener en cuenta los datos de asistencia aportados por la instalación de gente asistente a las clases, las cuales serán dadas por un profesional, dando como resultado una media de 15 personas por clase. Dentro de estas 15 personas se estima que 5 de ellas son capaces de seguir el ritmo del profesional que imparte las clases y los 10 restantes se les otorga un nivel aficionado. Las clases se reparten en dos horarios diarios durante los 5 días de la semana y duran todo el año. Además de estas clases, hay que tener en cuenta el uso diario de estas bicicletas fuera de las clases, por ello mediante asistencia a la instalación y tomando datos, llegamos a una cifra de uso total contando con la suma de todas las bicicletas de 30 horas, las cuales colocaremos un nivel estándar aficionado. Con todo esto obtenemos:

$6 \text{ profesionales} * 2 \text{ clases} = 12 \text{ prof/día}$

$12 \text{ prof/día} * 500 \text{ Wh} = 6000 \text{ Wh/día}$

$6000 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = 1,56 \text{ MWh/año}$

$10 \text{ aficionados} * 2 \text{ clases} = 20 \text{ afic/día}$

$20 \text{ afic/día} * 100 \text{ Wh} = 2000 \text{ Wh/día}$

$2000 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = 0,52 \text{ MWh/año}$

Al año obtenemos una suma total de **2,08 MWh/año** (generado mediante clases)

$100 \text{ Wh} * 30 = 3000 \text{ Wh/día}$

$3000 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{0,78 \text{ MWh/año}}$

Dando como resultado una generación energética de **2,86 MWh/año** mediante el uso de la energía cinética.

- Elíptica: Para poder obtener la energía total que pueden generar las elípticas hay que tener en cuenta que no todo el mundo hace uso de ellas al mismo nivel, por este motivo hemos estimado un valor medio de dificultad, dando como resultado un nivel 4 el cual genera 140 vatios por hora de uso, siendo este un nivel de dificultad medio. Además, hemos tenido que hacer una estimación de uso la cual es de un uso aproximado de 40 minutos por persona y haciendo la estimación mediante la asistencia diaria durante unas semanas y apuntando la ocupación obtenemos que lo normal es que unas 50 personas usen las máquinas, siendo las horas punta la última hora de la tarde, donde hay días que hay lista de espera para usar una.

$40 \text{ minutos} * 50 \text{ personas} = 2000 \text{ min}$ que aproximadamente son 34 horas de uso diario

$140 * 34 = 4760 \text{ Wh/día}$

$4760 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{1,24 \text{ MWh/año}}$

- Cross Training: Este tipo de máquina al tener una característica peculiar, la que permite al usuario escoger entre tres tipos de actividad a realizar, bici, step y elíptica, hemos tenido que realizar una aproximación del uso en los tres tipos, esta se ha realizado mediante asistencia al gimnasio y toma de notas. Una vez realizado esto, obtenemos que la gente usa mayoritariamente el modo step, seguido de la elíptica y por último la bici. Por este motivo realizo una bipartición del 60-30-10 respectivamente. El uso diario de estas dos máquinas es casi constante teniendo un funcionamiento de 10 horas diarias a las cuales establecemos modos de funcionamiento medio en nivel de usuario, dando como resultado.

$2 * 10 \text{ horas} = 20 \text{ horas de uso diario}$

$20 * 0,6 = 12 \text{ h/día}$ $12 * 93 \text{ Wh} = 1116 \text{ Wh/día}$

$20 * 0,3 = 6 \text{ h/día}$ $6 * 113 \text{ Wh} = 678 \text{ Wh/día}$

$20 * 0,1 = 2 \text{ h/día}$ $2 * 50 \text{ Wh} = 100 \text{ Wh/día}$

$1116 + 678 + 100 = 1894 \text{ Wh/día}$

$1894 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{0,5 \text{ MWh/año}}$

- Cintas de Correr: Para calcular la producción energética de las cintas, las cuales son 6 en nuestro caso, hemos tenido muy en cuenta el nivel de usuario que hace uso de ellas mediante una toma de notas y el tiempo de uso medio. Como conclusión sacamos que el uso diario de estas máquinas es de unos 25 min por personas, siendo unas 60 personas las que le dan uso a las 6 cintas y unas velocidades medias de unos 10-11 km/h. Esto se estima teniendo en cuenta tanto la gente que va a andar a las cintas que van a unos 5 km/h de igual forma que la gente que va a entrenar la cual hemos llegado a ver una punta de velocidad de 18 km/h. Una vez obtenidos los resultados los cálculos con los siguientes:

$25 \text{ min} * 60 \text{ personas} = 1500 \text{ minutos} = 25 \text{ horas}$

$25 * 110 \text{ Wh} = 2750 \text{ Wh/día}$

$2750 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{0,715 \text{ MWh/año}}$

Por lo tanto, la producción energética total mediante el uso de la energía cinética en nuestra instalación objeto de estudio es de **5,315 MWh/año**. Esto significa que, mediante el uso de la energía cinética producida por los usuarios en el gimnasio, cubriríamos un **3,4%** de la energía total demandada anualmente.

- Baldosas Piezoeléctricas

Para poder calcular la producción energética de las baldosas piezoeléctricas instaladas en la zona de actividades de nuestro gimnasio, primero tendremos que tener en cuenta los horarios de ocupación y las actividades que se van a realizar en él. Para ello acudimos a pedir el registro de actividades y la asistencia que han tenido en los últimos meses, con ello obtenemos que hay diariamente, dos clases de aeróbic y otras dos de pilates, repartidas una en la mañana, donde más afluencia hay y las otras en la tarde. Una vez sabido esto hacemos la media de la asistencia donde nos da aproximadamente 20 personas, habiendo meses en los cuales la asistencia fue de 25 personas, siendo el número máximo de plazas. Gracias a estos datos, obtenemos:

$2500 \text{ Wh} * 2 \text{ clases} = 5000 \text{ Wh/día}$

$5000 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{1,3 \text{ MWh/año}}$ (aerobic)

$2000 \text{ Wh} * 2 \text{ clases} = 4000 \text{ Wh/día}$

$4000 \text{ Wh/día} * 260 \text{ días} = \mathbf{1,04 \text{ MWh/año}}$ (pilates)

Dando como resultado un total de **2,34 MWh** anuales aportados por las baldosas piezoeléctricas incorporadas a la instalación.

9. VIABILIDAD

9.1. IMPACTOS GENERADOS

- 9.1.1. Impacto Ambiental
- 9.1.2. Impacto Social
- 9.1.3. Impacto Visual
- 9.1.4. Conclusiones

9.2. ESTUDIO ECONÓMICO

- 9.2.1. Introducción
- 9.2.2. Costes
- 9.2.3. Rentabilidad

9. VIABILIDAD

Una vez realizado el estudio sobre la instalación sobre la que se va actuar, hay que comprobar si la realización de la inclusión de las energías explicadas es viable.

Para saber el grado de viabilidad que tendría el aplicar las energías expuestas con anterioridad, hay que poner los diferentes impactos que pueden generar estas energías.

9.1 IMPACTOS GENERADOS

9.1.1 Impacto Ambiental

Dentro del estudio de impacto ambiental que generarían las aplicaciones de las energías hay que tener en cuenta la reducción de consumo de combustible fósil que provocarían. Siendo este uno de los principales motivos para su aplicación. Además de esto, hay que tener en cuenta que para el uso de las nuevas máquinas de cardio, no habría que añadir un consumo extra, ni emisiones al exterior, siendo un apartado importante.

Después, hay que mencionar que el gimnasio dejaría de tener que depender de la conexión a la red para su funcionamiento, ni de los combustibles fósiles, teniendo un suministro mediante una fuente inagotable como puede ser el aire o la energía que producen los usuarios en las instalaciones, haciendo de esta forma que el gimnasio reduzca en gran medida su impacto ambiental y convirtiéndose en un gimnasio limpio.

Por lo tanto, el introducir estas tecnologías dentro del gimnasio para su autoabastecimiento tendrían un impacto ambiental positivo.

9.1.2 Impacto Social

Este es uno de los impactos importantes ya que en ellos intervienen los usuarios del gimnasio y la aceptación que la introducción de las energías generaría en ellos.

Como incentivo sobre la instalación de las nuevas máquinas de cardio y basándome en modelos de otras empresas, establecería un registro de la actividad de cada usuario, para ello, otorgaría a cada usuario un código numérico necesario para la activación de la máquina deseada. Con esto permitiría al gimnasio llevar contabilizado la cantidad de energía que genera un usuario determinado. Una vez que el mes ha finalizado, el staff del gimnasio publicaría una serie de listas divididas en categorías, en las cuales aparecería la clasificación mensual de energía generada, dando a los primeros usuarios de cada categoría cierta cantidad de puntos, los que mediante acumulación pueden ser canjeados por premios o beneficios dentro del gimnasio. Generando así una competición interna entre los usuarios, lo que serviría para hacer que la gente acuda al gimnasio de manera más fluida y a su vez sería un plus a la hora de la generación energética.

Por lo tanto, el impacto social que generaría la introducción de las energías alternativas sería productivo para ambas partes.

9.1.3 Impacto Visual

Dentro del impacto visual, lo que conocemos como el uso de la energía cinética y las baldosas piezoeléctricas no estarían evaluados ya que, no afecta a la estructura de la instalación y solo supondría un cambio de máquina como si se renovaría por antigüedad. Por este motivo solo tenemos en cuenta los aerogeneradores y las placas solares que se colocarían en parte de la fachada de la instalación.

Una vez expuesto los casos a estudio, entramos a hablar más concretamente de cada uno. En el caso de los paneles solares, los que hemos usado para el cálculo energético y que a posteriori serán los de uso para introducir en la instalación no generarían un impacto visual a simple vista ya que tienen la cualidad de ser translucidos en el caso de incluirse en la fachada, y en caso de instalarlos solo en el tejado de la instalación este impacto no tendría que tenerse en cuenta, ya que no se vería más que aéreamente.

Sin embargo, en cuanto a los aerogeneradores que se colocarían en la estructura de la instalación y los cuales serían visibles desde cualquier parte del recinto exterior de la instalación. Para poder conocer la magnitud del impacto visual que generan hay que tener en cuenta sus dimensiones las cuales son 3,8 de diámetro de las palas y 3,4 de largo, contando con un peso de 125 kilos. Una vez conocidas sus dimensiones, para hacer una aproximación del impacto visual se realizó una encuesta oral con usuarios asiduos al gimnasio comparando los generadores con la instalación de una antena parabólica.

Los resultados de esta encuesta fueron muy positivos ya que, la mayoría de los usuarios no pusieron pegas a la hora de realizar este tipo de introducción, ya que, si son situados en la parte posterior a la entrada al gimnasio, el impacto que generaría sería mínimo.

Por este motivo, se generaría un Impacto Visual a tener en cuenta, siendo mínimo a nivel usuario.

9.1.4 Conclusión

Una vez realizados los impactos pertinentes relacionados con el estudio objeto de la instalación, podemos llegar a la conclusión de que la introducción de las energías propuestas dentro de este estudio generan unos impactos positivos, no solo para el gimnasio y el medio ambiente, sino también en la sociedad que componen el gimnasio y alrededores generando una competición que otorga premios a los clientes fieles, aquellos que más uso le dan a la instalación, lo que generaría un mayor uso y afluencia al gimnasio.

9.2 ESTUDIO ECONÓMICO

9.2.1 Introducción

Para saber si el estudio realizado tiene cierta viabilidad de aplicación como proyecto en un futuro, hay que estudiar también el tema económico, ya que, si el periodo de amortización es muy grande, el proyecto nunca será llevado a cabo. Por este motivo, se realiza un estudio económico de los costes de las diferentes energías alternativas planteadas en el estudio de sostenibilidad.

9.2.2 Costes

Dentro del apartado de los costes, vamos a realizar el cálculo monetario de lo que supondría la instalación de las energías propuestas con anterioridad en este estudio.

- Solar Fotovoltaica: Para poder realizar el coste total de la instalación que se ha planteado en el estudio, mediante la incorporación de placas solares sobre el techo que cubre el recinto, primero hay que tener en cuenta el panel que se usara, el cual es el KYOCERA KD320W Policristalino y el cual tiene un coste total de 461.20 € (precio sacado de la página de venta online technosun.com). Una vez sabido esto, realizamos el cálculo total de la instalación, así como el sobrecoste del transporte y su propia colocación.

$461,20 \times 510 \text{ paneles} = 235\,212 \text{ €}$ (Precio de todos los paneles)

Ahora hacemos una estimación del 5% del coste de los paneles como gastos de transporte e instalación en la parte superior del recinto.

$0,05 \times 235\,212 = 11\,760,6 \text{ €}$

$11\,760,6 + 235\,212 = 246\,972,6 \text{ €}$

Siendo el coste total de la instalación de **doscientos cuarenta y seis mil novecientos setenta y dos euros con sesenta céntimos**.

-Aerogeneradores: Para empezar, tenemos que conocer el modelo a usar, el cual es de la marca ENEAIR y en concreto el modelo E70 PRO. Además del coste del aerogenerador, hay que tener en cuenta el precio de los equipos auxiliares necesarios como son inversores, reguladores, resistencias y baterías. A esto hay que añadir el gasto de desplazamiento e instalación en el recinto que será del 10% del total.

Coste base Aerogenerador = 7800 €

Coste Equipos Conexión a Red (Inversor, Regulador y Resistencias) = 3175 €

Coste Equipos Conexión a Baterías (Inversor, Regulador Batería y Resistencias) = 1525€

Coste Total Aparatos = $7800 + 3175 + 1525 = 12\,500 \text{ €}$

Coste Transporte y Montaje = $0,1 \times 12\,500 = 1\,250 \text{ €}$

Coste Total Instalación = 13750 €

El coste total de instalar un aerogenerador es **trece mil setecientos cincuenta euros**.

- Uso de Energía Cinética: Dentro del apartado de energía cinética, nos encontramos con cuatro de tipos de máquinas, debiendo especificar cada una de ellas su marca, lo que nos permite conocer su coste. Hay que tener en cuenta que al ser un gimnasio al cual le toca realizar la renovación total de la maquinaria, el coste que nosotros vamos a calcular no es el coste neto de estas, sino el sobrecoste que nos supone el pasar de las máquinas estándar, a las máquinas con capacidad de producción energética. Para ello debemos conocer el precio base de los dos tipos de máquinas y el número total de cada una de ellas.

20 Bicicletas de Spinning 6 Cintas de Correr 6 Elípticas 2 Cross Training

Nosotros para realizar el estudio hemos contado en todo momento con las máquinas aportadas por la empresa Sportart, la cual se dedica a la fabricación y venta de este tipo de máquinas, siendo ellos los que nos han aportados tanto los datos de generación energética, como los precios de cada una de ellas.

Sobrecoste Bicicletas= $(1500-300) * 20 = 24000€$

Sobrecoste Elípticas= $(2800-400) * 6 = 14400€$

Sobrecoste Cintas= $(5000-1500) * 6 = 21000€$

Sobrecoste Cross Training= $(3000-900) * 2 = 4200€$

Como el coste del transporte de las máquinas y su montaje iba a realizarse de todas formas, no lo tengo en cuenta a la hora de realizar el coste total mediante el uso de energía cinética.

Sobrecoste Total=63600 €

Por lo tanto, en cuanto a la energía cinética nos encontraríamos con un coste total en su instalación de **sesenta y tres mil seiscientos euros**.

- Baldosas Piezoeléctricas: En cuanto al coste generado por las baldosas piezoeléctricas, tenemos que tener en cuenta el tipo de baldosa que vamos a colocar para poder de esta manera conocer su precio. Una vez sabido el precio, el número de baldosas ya lo tenemos calculado con anterioridad, por lo tanto, solo habrá que realizar el coste unitario por el número de baldosas. A este coste habrá que añadirle un 10% del coste de las baldosas en modo de transporte y colocación de las mismas. Para esto acudimos de nuevo a consultar con la empresa que hemos usado como base, la cual nos facilita el precio de venta de las baldosas usadas, siendo este al cambio de unos 3450 €.

Coste de Baldosa= $3450 * 90 = 310500€$

Coste Transporte y Montaje= $0.1 * 310500 = 31050€$

Coste Total Instalación=341500€

Por lo tanto, el coste total de la instalación de las baldosas piezoeléctricas en la sala de actividades del gimnasio, supondría un total de **trescientos cuarenta y un mil quinientos cincuenta euros**.

9.2.3 Rentabilidad Energética

Como cualquier estudio, este apartado acaba siendo el objetivo principal. Esto se debe a que una vez estudiadas todas las energías contempladas, no todas vas a tener una cierta rentabilidad energética a futuro dentro de la instalación.

Debido a esto tenemos que distinguir las energías estudiadas que pueden generar una cierta rentabilidad al gimnasio. En mi opinión y después de realizar el estudio, al gimnasio le puede producir rentabilidad la instalación de Aerogeneradores, la instalación solar fotovoltaica y el uso de la energía cinética. No siendo rentable la instalación de las baldosas piezoeléctricas.

La instalación que más rentabilidad podría ofrecer sería la instalación de las placas solares, las cuales cubrirían por si solas la demanda total a cubrir del recinto, además de generar un exceso de energía que puede ser vendida a la red generando un beneficio extra.

Seguidamente, aparecería la colocación de aerogeneradores. Cabría la posibilidad de la colocación de más de un aerogenerador debido a su bajo costo, siendo cuatro el número de máximo de aerogeneradores que se podrían instalar, debido a las dimensiones del recinto. Si contamos con la posibilidad de instalar los cuatro aerogeneradores, estos por si solos serían capaces de cubrir el 35% de la demanda total de energía de la instalación.

Por último, dentro de las opciones rentables, aparece el uso de la energía cinética mediante colocación de maquinaria apta para la producción energética. Esto se debe a que se generaría un sobrecoste, debido a que el cambio de maquinaria era obligatorio, cambiando las normales por este tipo de máquinas. Contando con una colocación total de este tipo de máquinas y según lo aportado por la empresa, su vida útil puede prolongarse a más de los 20 años lo que nos proporciona una fuente de energía fija durante dicho tiempo.

Por otro lado, la opción no rentable dentro de las estudiadas, la instalación de las baldosas piezoeléctricas, viene dada por un altísimo coste de instalación, lo que supondría un desembolso extremo a nuestra instalación a estudio, dándonos como resultado una generación energética mínima. Por estos dos motivos, le otorgamos a este tipo de energía el nivel de no rentable.

9.2.3 Rentabilidad Económica

En cuanto al tema de la rentabilidad energética, vamos a realizar una serie de tablas, en las cual expondremos los valores de consumo energético del gimnasio, de mismo modo que la producción mediante los tipos de energía tenidos en cuenta a la hora de realizar el estudio de sostenibilidad del gimnasio. Dentro de estas, descarto realizar dicho tipo de rentabilidad en referencia a las baldosas piezoeléctricas debido a no cumplir ya la rentabilidad energética.

	Consumo Anual (MWh)	Generación Anual (MWh)	Precio (€/MWh)	Coste Anual	Generación Anual
Paneles Solares	157,17	169,7	56,4	8.864,39 €	9.571,08 €
Aerogeneradores	157,17	55,12	56,4	8.864,39 €	3.108,77 €
Uso Energía Cinética	157,17	5,315	56,4	8.864,39 €	299,77 €

Tabla 1. Cálculo del Consumo y Generación anual.

Paneles Solares				
Coste Total	Ayudas (%)	A Pagar Por La Instalación	Ahorro Anual	Amortización(años)
246.972,60 €	0	246.972,60 €	9.571,08 €	25,80
246.972,60 €	20	197.578,08 €	9.571,08 €	20,64
246.972,60 €	40	148.183,56 €	9.571,08 €	15,48
246.972,60 €	60	98.789,04 €	9.571,08 €	10,32
246.972,60 €	80	49.394,52 €	9.571,08 €	5,16

Tabla 2. Amortización Paneles Solares

Aerogeneradores (4)				
Coste Total	Ayudas (%)	A Pagar Por La Instalación	Ahorro Anual	Amortización(años)
55.000,00 €	0	55.000,00 €	3.108,77 €	17,69
55.000,00 €	20	44.000,00 €	3.108,77 €	14,15
55.000,00 €	40	33.000,00 €	3.108,77 €	10,62
55.000,00 €	60	22.000,00 €	3.108,77 €	7,08
55.000,00 €	80	11.000,00 €	3.108,77 €	3,54

Tabla 3. Amortización Aerogeneradores

Uso Energía Cinética				
Coste Total	Ayudas (%)	A Pagar Por La Instalación	Ahorro Anual	Amortización(años)
63.600,00 €	0	63.600,00 €	299,77 €	212,17
63.600,00 €	20	50.880,00 €	299,77 €	169,73
63.600,00 €	40	38.160,00 €	299,77 €	127,30
63.600,00 €	60	25.440,00 €	299,77 €	84,87
63.600,00 €	80	12.720,00 €	299,77 €	42,43

Tabla 4. Amortización Uso Energía Cinética

Viendo los datos aportados por las tablas expuestas con anterioridad, tenemos que tener en cuenta que, al ser un gimnasio municipal, este no se hará cargo del coste total de las instalaciones, por este motivo establecemos unos porcentajes de cubrimiento como ayuda de gobierno, además de las posibles ayudas por contar con la instalación de energías renovables como puede ser la instalación de los paneles solares.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta los valores que muestran las tablas vemos que los aerogeneradores obtendrían el menor periodo de amortización, seguidamente de los paneles solares. Además, nos permite comprobar que la amortización del uso de la energía cinética tendría un periodo no rentable, siendo su única opción la del impacto social que podría generar mediante competiciones internas.

10. CONCLUSIONES

El estudio realizado anteriormente se centra en conocer y estudiar las posibles energías alternativas que se podrían llegar a instalar en el recinto que alberga el gimnasio y la piscina cubierta municipal de Los Corrales de Buelna, con el objetivo de conseguir su auto-sostenibilidad energética mediante energías alternativas.

A continuación, y después de realizar el completo estudio de las distintas posibilidades, vamos a exponer las conclusiones que el estudio nos muestra.

Para empezar, tenemos la demanda energética total que habría que cubrir en cuanto al consumo de la instalación completa del recinto. Para ello tenemos que tener en cuenta el agua caliente sanitaria, el gasto en calefacción y refrigeración de las distintas salas, así como el gasto en cuanto iluminación instalada. Todo esto acaba dando un consumo total de 100.75 kWh/año/m² y teniendo en cuenta la superficie del recinto de 150 m² nos daría un gasto energético total a cubrir de 157.17 MWh/año.

Para poder cubrir esta demanda energética se plantean varios tipos de soluciones mediante energías renovables y alternativas. Dentro de las estudiadas llegamos a la conclusión de que las baldosas piezoeléctricas no nos ofrecen rentabilidad, mientras que las otras tres tipas de energía si lo sería.

Seguidamente, vemos que la instalación Solar Fotovoltaico nos ofrece los mejores resultados energéticos, los cuales muestran que ellas por si solas podrían cubrir la demanda y generar un excedente. Sin embargo, hay que tener en cuenta los aerogeneradores que tienen una muy buena rentabilidad debido a su bajo coste de instalación y mantenimiento. Así como el uso de la energía cinética, ya que no solo servirían como generador energético, sino que también generaría un impacto social en la localidad mediante la competición interna de producción que esto supondría.

Por último, me gustaría destacar que el estudio acaba dejando en claro que el impacto ambiental se reduciría en gran medida, de igual forma que se impulsaría el uso de nuevas tecnologías y energías renovables, además de la posibilidad de no tener que depender de la red para su funcionamiento.

11. BIBLIOGRAFÍA

PAGINAS WEB

- [1] Acciona, Aerogeneradores © 2019 [Consulta:15 julio 2019] Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/>
- [2] ENAIR, Aerogeneradores © 1970-2019 [Consulta:15 julio 2019] Disponible en: <https://www.enair.es/es/aerogeneradores/e70pro>
- [3] Twenergy, Uso Energía Cinética © 8 julio 2019 [Consulta:17 julio 2019] Disponible en: <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-cinetica-710>
- [4] Gosportsart, Uso de Energía Cinética © 2019 [Consulta 17 julio 2019] Disponible en: <https://gosportsart.com/eco-powr-line/>
- [5] Pavegen, Baldosas Piezoeléctricas © 2019 [Consulta 20 junio 2019] Disponible en: <https://pavegen.com/>
- [6] Weatherspark, Climatología Local © 2019 [Consulta 7 julio 2019] Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/36044/Clima-promedio-en-Los-Corrales-de-Buelna-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- [7] Greenpeace, Sector Energético Nacional © 2019 [Consulta 2 julio 2019] Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/energias-renovables/>
- [8] Acciona, Sector Energético Mundial © 2019 [Consulta 2 julio 2019] Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- [9] Newatlas, Antecedentes © 15 junio 2012 [Consulta 27 junio 2019] Disponible en: <https://newatlas.com/tgo-green-heart-electricity-generating-gym/23078/>
- [10] Nueva Mujer, Antecedentes © 12 febrero 2013 [Consulta 27 junio 2019] Disponible en: <https://www.nuevamujer.com/bienestar/2013/02/12/inglaterra-ejercita-gratis-mientras-produce-watts.html>
- [11] Zona Movilidad, Antecedentes © 14 marzo 2018 [Consulta 27 junio 2019] Disponible en: <https://www.zonamovilidad.es/eco-gym:-el-gimnasio-que-crea-electricidad-a-traves-del-ejercicio.html>

- [12] BlogThinkBig, Antecedentes © 12 agosto 2015 [Consulta 27 junio 2019]
Disponible en: <https://blogthinkbig.com/convertir-ejercicio-fisico-energia-electrica-asi-funciona-green-gym>

FORMATO PAPEL

- [13] Proyecto Para Sustitución de Cubierta de la Piscina Municipal de Los Corrales de Buelna.
Promotor: Ayuntamiento de Los Corrales de Buelna
Realización: Sinergia Desarrollos de Ingeniería S.L
Equipo Redactor: José Emilio Piña Ordiz y Manuel Méndez Baliela
- [14] Comunidad de Madrid, Consejería de Economía e Innovación Tecnológica.
Guía de Ahorro Energético en Gimnasios. Madrid 2005

<u>Figuras y Tablas</u>	
Figura 1.(Reparto Producción Energética en España)[7]	7
Figura 2.(Energía Producida Mediante Energías Renovables, Nivel Mundial)[8]	8
Figura 3.(Localización Regional)	Figura 4(Localización Nacional) 16
Figura 5.(Temperatura máxima y mínima promedio)[6]	17
Figura 6.(Probabilidad de Lluvia diaria)[6]	18
Figura 7.(Precipitaciones mensuales)[6]	18
Figura 8.(Horas de luz y crepúsculo)[6]	19
Figura 9.(Velocidad del Viento Promedio)[6]	19
Figura 10.(Dirección del Viento)[6]	20
Figura 11.(Centro Cívico El Cerro, Madrid)[14]	36
Figura 12.(Aerogenerador ENAIR, E70PRO)[2]	38
Figura 13.(Bicicleta Spinning G510)[4]	39
Figura 14.(Cinta de Correr Verde Treadmill)[4]	40
Figura 15.(Cross Training 3-1 Verso G886)[4]	41
Figura 16.(Elíptica G876)[4]	42
Figura 17.(Ejemplo Funcionamiento Baldosa Piezoeléctrica)[5]	43
Tabla 1. Cálculo del Consumo y Generación anual.	56
Tabla 2. Amortización Paneles Solares.....	56
Tabla 3. Amortización Aerogeneradores.....	56
Tabla 4. Amortización Uso Energía Cinética.....	57

